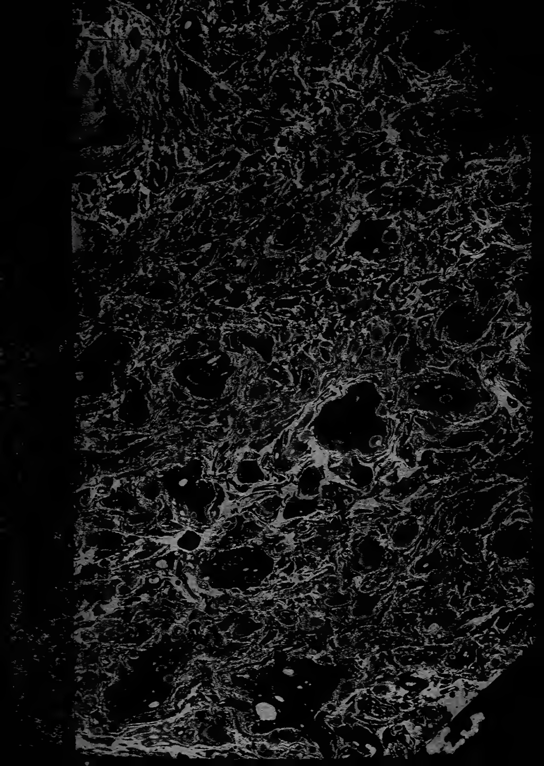
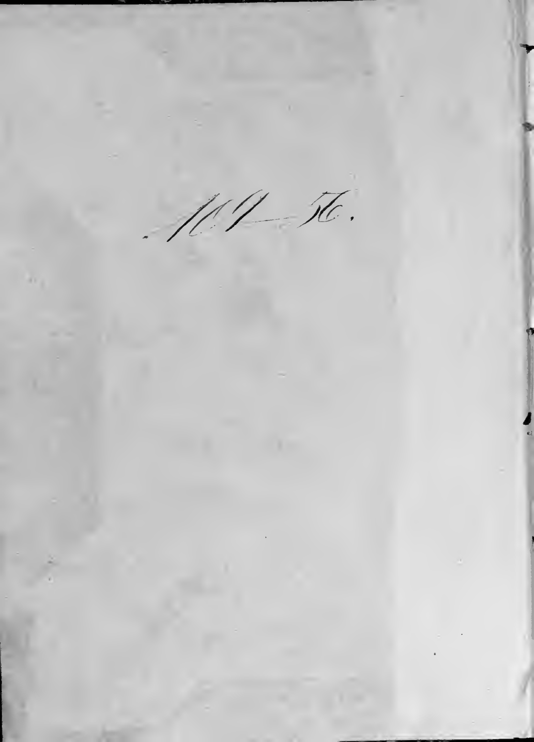




/

# TRATADO

DE LAS

# FUENTES ASCENDENTES,

ó

*de las varias especies de terrenos en que pueden buscarse aguas subterráneas:*

ESCRITO EN FRANCES

Por el Señor Garnier,

*Ingeniero en gefe del Cuerpo Real de Minas:*

traducido y aumentado por C. B.

Madrid 1829.

*Imprenta de D. Leon Amarita,*

Plazuela de Celenque.

## Al Escmo. Señor

D. LUIS LOPEZ BALLESTEROS, VARELA, MONDRAGON y NAVIA, Caballero pensionado de la Real y distinguida Orden Española de Carlos III, Gran Cruz de la Orden Real de la Legion de Honor, condecorado con la Cruz de la Junta Superior de Galicia, del Consejo de Estado, y Secretario de Estado y del Despacho universal de Hacienda de España é Indias; Superintendente General de la Real Hacienda, Casas de Moneda y de Azogues etc. etc.

Escmo. Señor:

*En un tiempo en que V. E., correspondiendo á las benéficas ideas de S. M., procura con celo incansable sacar á la Nacion*

Española de la pobreza en que las guerras y desórdenes políticos la dejaron sumida; no deberá estrañarse me atreva á poner bajo la proteccion de V. E. el Tratado de las FUENTES ASCENDENTES, que contiene una de las mejoras mas útiles que pueden hacerse á nuestra agricultura.

Dígnese V. E. acogerlo benignamente, para que estendiéndose bajo tan favorables auspicios una el labrador sus votos á los del artista y el minero, y colme de nuevas bendiciones al Monarca que se desvela por su bienestar.

Escmo. Señor:

Cristoval Bordiu.

# ADVERTENCIA DEL TRADUCTOR.

En 1819 concedió la Junta de fomento de Paris al señor Garnier, ingeniero de minas, un premio de tres mil francos por la obra titulada *Tratado de los pozos artesianos, ó de las varias especies de terrenos en que pueden buscarse aguas subterráneas;* la que se mandó imprimir por órden del Gobierno francés en 1822, y de ella se ha hecho una nueva edicion en 1826 en un tomo en cuarto mayor con veinte y cinco estampas. El objeto con que se escribió fue de presentar á los propietarios una instruccion elemental teórica y práctica sobre el arte del fontanero sondeador, que consiste en reconocer las diferentes especies de terrenos en que pueden buscarse aguas subterráneas, y hacerlas subir á la superficie, taladrando el suelo con la barrena de montaña.

Fácil es conocer, que si hay algun pais en Europa donde estas fuentes ofrezcan ventajas incalculables, es precisamente la España. Un clima dulce y benigno favorece en ella la vegetacion de innumerables plantas; pero la escasez de lluvias burla de contínuo las esperanzas del labrador, el cual en muchos parages aunque tiene el agua bajo sus pies, no puede hacer uso de norias para riegos artificiales, ya por el coste que ocasionan la manutencion y conservacion de dos animales destinados únicamente á este objeto, ya porque la profundidad á que se halla el agua hace impracticable el establecimiento de esta útil y sencilla maquina.

Aunque hace algunos años que tuve noticia de estos pozos por algunas obras en que se habla de

ellos ligeramente (1), no di al asunto la importancia que merecia; pero el saber en 1825 que un particular del reino de Valencia habia emprendido uno, haciendo venir para ello un práctico de Inglaterra con los instrumentos necesarios, picó mi curiosidad, que no quedó satisfecha á pesar de

(1) En el numero 369 (dia 26 de enero de 1804) del Semanario de agricultura y artes que se publicó en Madrid, hay un artículo estraido del *Journal d'économie rurale*, n.° 7, relativo al modo de hacer estos pozos en Flandes, que dice asi: «Despues de reconocido el terreno por inteligentes que puedan congeturar prudentemente que hay aguas, por la situacion y demas circunstancias, se taladra con una gran barrena: en el hoyo que esta hace se hinca verticalmente un madero hueco, luego se vuelve á taladrar de nuevo la tierra con la barrena, y sacada se baja mas el madero ó cilindro hueco. Con la barrena se taladran las capas de toba, de piedras, rocas, etc., y cuando se llega á obstruir se saca para desobstruirla. Al cabo de algun tiempo, porque es operacion larga, y añadiendo nuevos trozos y barras de hierro á la barrena, asegurados unos con otros, se penetra hasta mucha profundidad, y rara vez dejan de encontrar agua. Si ésta se halla estancada, de suerte que parte de ella esté mas alta que el nivel del suelo, sale con fuerza por el taladro y salta fuera. De esta manera hizo Dufour una fuente tan copiosa que basta para cuanto se necesita en una fábrica de papel del pueblo de Courtalin. Si se encuentra el agua baja, no se levanta regularmente mas que hasta la mitad del taladro, y entonces queda hecho un pozo. Si se hace el taladro con conocimiento á la falda de un monte, se puede esperar que salga una fuente; pero en los valles y llanuras distantes de los montes solo se puede contar con hacer pozos.

«Cuando se seca un pozo, se barrena su fondo y sube el agua, que se encuentra mas abajo, por el cilindro hueco de madera que se ha dicho. Este modo de dar agua á los pozos secos lo ha publicado la sociedad económica de Leipsick.» En América (estracto de una carta de Saint-Johncreve Cocua) he visto dar agua á muchos pozos barrenando hasta veinte ó treinta pies mas abajo que sus fondos: no hay alli pueblo de consideracion en que no se halle una de estas barrenas que pertenecen al comun, y las alquilan los que las necesi-

las repetidas preguntas que hice sobre el particular. Despues se me aseguró que el Consulado de Alicante habia recurrido á la Real Junta de fomento con el objeto de que se le permitiese disponer de ciertos fondos para la compra de una barrena, cuyo resultado ignoro. Conociendo pues el interes que esta materia podria prestar algun dia á la España, no desistí de adquirir noticias sobre ella, y á este efecto me procuré la obra del señor Garnier. A pesar de la estension y saber que encontré en ella, todavía deseaba ver dichas fuentes, y sujetar á un examen del terreno en que se encuentran, las teorías de este autor sobre su formacion, cuando se me proporcionó pasar á Francia. A mi llegada á Paris me confirmaron en lo mismo que habia leido en la citada obra; y en las cátedras de astronomía del Observatorio, y de geología del Jardin del Rey, escuché á los señores Arago y Cordier esplicar el sencillo fenómeno que ofrecen estas fuentes. Pedí á Londres y obtuve algunos diseños del perfil del terreno en que se encuentran en el valle del Támesis, con la esplicacion competente; y por último me trasladé al de-

tan. Todos los pozos de Boston estan hechos con una sola, y aseguro que con este instrumento se puede dar agua perene á un pozo seco, como tengo esperimentado por mí mismo; pues habiendo profundizado la barrena hasta cuarenta pies en uno que se me habia secado, saltó el agua arriba con un ruido que espantaba, y con tanta abundancia que rebosando por la boca del pozo, corrió impetuosamente por espacio de veinte y cuatro horas, haciéndonos creer que habiamos taladrado las puertas del abismo. Poco tiempo despues se disminuyó esta inundacion, se bajó el agua y se ha mantenido catorce años hace á la altura de veinte y dos pies.

Poco há que haciendo catas con la barrena en las inmediaciones de Paris, con el fin de buscar carbon de piedra, hicieron salir una fuente sin pensar en ello. ¡En cuántos pueblos podria ser de la mayor utilidad este importante instrumento!

partamento del Paso de Calés, donde no solo vi sobre el terreno la verdad de cuanto habia leido y escuchado, sino que tuve tambien la satisfaccion de ver hacer dos pozos de estos, uno en Bethune, y otro á poco mas de una legua de la misma ciudad en una aldea llamada Festubert. Son innumerables las fuentes ascendentes que hay en aquellas cercanías; y cualquiera que no tenga noticia del fenómeno del ascenso del agua, creerá ver en ellas otros tantos surtidores artificiales. Mas no son estos puntos los privilegiados en Francia para las fuentes, pues las hay en las cercanías de Paris, y otros parages; y fuera de aquel reino, en Inglaterra, Alemania, Italia y en los Estados Unidos de América; y no es estraño, porque el examen del terreno en que se hallan da á conocer que no son esclusivas de una localidad de corta estension, sino que pertenecen á un terreno que está bastante estendido por el globo, y que en España no escasea.

Regresado á Madrid, vi con sentimiento cuan poco generalizada se halla en España la noticia de este medio industrioso, á pesar de que el profesor de mecánica aplicada á las artes del Real Conservatorio ha procurado popularizarlo, digámoslo asi, en el curso de 1827. Esta era sin duda la persona á propósito para la publicacion de una obra sobre este objeto; pero como otros no menos interesantes absorven toda su atencion, se me dispensará la osadía de presentar en castellano la del señor Garnier.

Mi primera idea fue publicarla tal cual aparece en la segunda edicion; pero despues de concluido enteramente el trabajo se me presentaron algunas dificultades, y me decidí á modificar el plan.

La obra del señor Garnier contiene dos partes: la primera es relativa al conocimiento geoló-

gico de los terrenos en que se han de formar fuentes, y en la segunda se describen circunstanciadamente los instrumentos que se emplean, y las operaciones que deben ejecutarse para elevar las aguas. Los que saben que el estudio de la geognosia, al mismo tiempo que es uno de los mas difíciles de las ciencias de observacion, no deja de ser necesario en los trabajos de esta naturaleza, considerarian como inútil la obra para la mayor parte de las personas á quienes se destina, por cuanto el autor supone ya adquiridos ciertos conocimientos generales de aquella ciencia, la cual está poco cultivada en España por no haber cátedras destinadas especialmente á este objeto, ni una obra en nuestro idioma. Ademas en esta empresa como en las de minería, el éxito depende las mas veces de la eleccion del terreno (1); y asi en su reconocimiento es en lo que debe procederse con mas tino y prudencia, porque el menor descuido suele ocasionar pérdidas considerables. Estas

(1) Al principio del capitulo 2.º de esta obra se espone el modo de reconocer el terreno; pero no me parece inoportuno indicar aqui el cuidado que debe tenerse en la eleccion de las personas que hayan de hacer este reconocimiento. No es raro en la minería ver á los propietarios entregarse ciegamente á prácticos de otros paises que en dos horas reconocen una mina, y fallan sobre ella definitivamente, ó confunden al dueño con espresiones misteriosas: es menester desconfiar mucho de estos hombres, y lo mismo digo de los fontaneros que se encuentran en iguales circunstancias. Aunque no deba reprobarse el empirismo racional, pues él ha sido la base de las ciencias, y cada dia añade á ellas nuevas verdades; sin embargo, en el estado actual de las de observacion, es necesario saber reunir caracteres, dar á cada uno la importancia que se merece, auxiliar unas ciencias con otras, apreciar con discernimiento y perspicacia las analogías, y ya se deja conocer que no se encontrará un mero práctico provisto de estas circunstancias. No hablaré de los zahories, pues su nombre solo sirve ya para escitar el desprecio.

razones han sido motivo para decidirme á colocar al principio de la obra una esposicion sucinta de los conocimientos actuales sobre la disposicion de la costra mineral de la tierra, en la cual al mismo tiempo que he debido y me he propuesto observar mucha concision, he procurado no suprimir ninguna formacion importante, aunque no sea de las mas generalmente esparcidas por el globo; caracterizar las rocas aunque sean homogéneas, para evitar dudas y darla algun interes, no solo para el fontanero, sino tambien para todos los que deseen ocuparse de tan importante ramo de la filosofia natural. Con este motivo he añadido una estampa copiada del tratado de geognosia del señor D'Aubuisson que representa los terrenos de las inmediaciones de Paris, por ser precisamente el tipo de los que contienen las aguas de que se trata. Nada de cuanto útil haya en esta esposicion me pertenece, todo es debido á los sabios que lo han hallado; y si su publicacion en castellano proporciona algunas ventajas, agradezcanse á mi digno maestro el señor Don Donato Garcia, quien me ha animado á hacerla, porque en su concepto podrá ser útil á los que se dedican al estudio de la mineralogia y geologia, interin se publica un curso completo de ambas ciencias que hace suma falta.

Tambien he juzgado conveniente mudar el título de *Tratado de los pozos artesianos*, en el de *Tratado de las fuentes ascendentes*, que me parece espresa mejor y de un modo mas general el objeto de la obra. En fin, aunque he procurado no alterarla en su esencia, he creido no obstante oportuno suprimir las cosas que de poca ó ninguna utilidad son para nosotros, y añadir algunas notas que me han parecido del caso. ¡Ojalá que con este trabajo haya hecho algun servicio á mi patria!

# ESPOSICION SUCINTA

DE LOS

# CONOCIMIENTOS ACTUALES

*sobre la disposicion relativa de las rocas en el globo terrestre, acompañada de los caracteres mineralógicos de cada una, para facilitar la inteligencia del tratado de las fuentes ascendentes.*

No hace mucho tiempo que el estudio de la geologia (ciencia de la tierra) consistia tan solamente en disertaciones hipotéticas mas ó menos plausibles sobre la formacion de nuestro planeta, cuando el célebre Werner, profesor en Freyberg, preparó el camino que debia seguirse en este ramo de la filosofia natural. La escrupulosa observacion de los hechos que por todas partes nos presenta la naturaleza, y su enlace recíproco, fueron las bases sobre que construyó el edificio de otra ciencia, á que dió el nombre de geognosia (conocimiento de la tierra), la cual se cultiva hoy con ardor y utilidad en muchos paises civilizados (1). Como esta ciencia hace pocos años que se enumera entre las naturales, y como por otra parte es tan peno-

(1) Muchos geognostas usan como sinónimas las dos palabras geologia y geognosia.

so y difícil su estudio, de aquí es que no se presente aun en aquel estado de adelantamiento que otras, y que ofrezca mucho que desear al espíritu curioso de los filósofos. Sin embargo, se debe á la laboriosidad y celo infatigable de muchos sabios (la mayor parte discípulos de aquel grande hombre) el descubrimiento de un orden constante en la estructura de la tierra; y es de esperar que así como se conocen las leyes generales que la materia inerte sigue en sus movimientos, se conozcan un dia las que observa en su colocacion, y puedan aplicarse á un corto terreno, que aparece hoy confuso y desordenado, leyes tan ciertas como las que rigen á las grandes masas, así como la curva descrita por el átomo ligero, que parece arrebatado por los vientos á la ventura, está arreglada de un modo tan fijo como las órbitas de los planetas (1).

El hombre ayudado de su inteligencia ha podido reconocer distancias inmensas de la superficie del orbe de la tierra, determinar su figura, y apreciar rigorosamente la diferencia que hay de la longitud del radio del ecuador á la del semi-eje; pero no ha sido tan feliz cuando ha intentado estender sus observaciones al interior, y examinar su estructura. La profundidad mayor á que ha llegado compone apenas la milésima parte de la longitud del radio terrestre, y esta delgada costra es el único teatro de sus observaciones geognósticas.

Ciñéndome pues á los estrechos límites que exige la naturaleza de este escrito, pero sin olvidar el objeto de facilitar la inteligencia de la obra que presento y la práctica de sus doctrinas, voy á esponer los principios mas generales sobre las rocas, deteniéndome algun tanto en su descripcion mineralógica, y en los detalles de sobreposicion de los terrenos á propósito para la formacion de las fuentes ascendentes, va-

(1) *La-Place*, Sistema del mundo.

liéndome para ello de los trabajos de los Sres. Cuvier y Brongniart sobre las inmediaciones de París (1), como tipo de estos terrenos que he tenido la ventaja de reconocer por mí mismo.

Cualquiera que haya sido el modo de formacion de la costra mineral de la tierra, es evidente que en ambos hemisferios se encuentran en general las mismas sustancias, segun las observaciones recogidas hasta aquí. Tambien es cierto que muchas entran á ser parte constituyente de ella, y otras estan como accidentalmente mezcladas. Aquellas se conocen con el nombre de rocas, y de ellas hay unas homogéneas, esto es, que aparecen á la vista formadas de una sola sustancia, tal es la piedra caliza; y otras heterogéneas, como el granito ó piedra berroqueña, que á la simple vista se ve compuesto de tres cuerpos diferentes.

Cuando se trata de reconocer ó describir las rocas, debe atenderse á su composicion, á su estructura, á su testura, á la cohesion, á la fractura, á la dureza, al color y otros efectos de la luz, á la accion química de los ácidos y el fuego, á la alteracion natural y al tránsito mineralógico, porque las rocas heterogéneas ó compuestas pasan unas á otras insensiblemente.

Composicion. En la composicion de una roca deben distinguirse las partes que la componen, su naturaleza y predominio. Las partes que componen una roca heterogénea ó son constituyentes, esto es, que estan diseminadas con uniformidad y casi en igual cantidad; ó accidentales, cuando se encuentran esparcidas en la roca en cantidad menor que las partes constituyentes. Tambien debe cuidarse de determinar y espresar por sus caractéres físicos y químicos los minerales que componen una roca; y cuando uno de ellos entra en mayor cantidad, ó tiene una influencia ma-

(1) Descripcion geológica de las inmediaciones de París, 1822.

yor que los otros sobre los caracteres de la roca, se le designará como parte predominante.

Estructura. Consiste en la disposicion de las partes separadas de una roca, de donde resulta la forma de ellas. Asi se dice estructura hojosa, globulosa, etc.

Testura. Se da este nombre al aspecto de las partes que componen la masa de una roca, en cuyo sentido se dice que tiene testura granugienta, cuando está compuesta de partes ó granos distintos, reunidos sin gluten visible.

Cohesion. La mayor ó menor cohesion de una roca se designa con los nombres de sólida, desmoronadiza, tenaz ó agria.

Fractura. Las rocas pueden presentar casi todas las variedades de fractura que se esplican en la orictognosia, respecto de los minerales simples.

Dureza. Las partes de una roca pueden tener una dureza casi igual, ó al contrario. En el primer caso recibe buen pulimento, si concurren otras circunstancias necesarias; mas no en el segundo.

Color. El color dominante y los cambiantes que suele á veces tener una roca, son tambien dignos de observarse.

Accion quimica de los acidos y el fuego. Las partes que componen las rocas heterogéneas pueden ser atacadas de diversos modos por los ácidos, y por consiguiente ser éste un medio de reconocerlas. Tambien la accion del fuego puede ser útil para determinar las partes de una roca; pero me es imposible entrar en los detalles de su aplicacion.

Alteracion natural. Muchas rocas se alteran, desagregan y aun se descomponen naturalmente.

Transito mineralógico. Las rocas compuestas pasan unas á otras por tránsitos insensibles, lo que es una de las mayores dificultades que hay para determinarlas. Estos tránsitos pueden verificarse variando la naturaleza de las partes, ó la estructura, ó alterándose la roca naturalmente.

Las rocas en grande masa suelen presentar divisiones con cierto caracter de regularidad. Hay unas divididas por hendiduras en una direccion constante y paralelamente á diferentes planos, formando polyhedros casi siempre prismáticos: otras aparecen con una forma globulosa; y otras en fin estan divididas por hendiduras paralelas bastante estensas, á las cuales se da el nombre de rocas estratificadas.

El conjunto de varios estratos forma á veces lo que se llama una capa, en la cual es necesario examinar la direccion, la inclinacion y la corpulencia ó grueso. La direccion de una capa es la de una línea tirada en su plano hácia dos puntos opuestos del horizonte, y se determina por medio de la brújula (1). La inclinacion es el ángulo que forma la capa con el horizonte, el cual se mide con un semicírculo graduado y un hilo á plomo. Cuando se espresa la inclinacion de una capa, debe tambien indicarse el punto hácia donde buza, advirtiendo que conocido éste, se sabe el de direccion, porque ambos estan en ángulo recto.

Tambien se ha observado que las rocas en general, cualquiera que sea la forma que tomen, no estan colocadas á la ventura, y sí tienen cierta situacion respectiva unas á otras. En efecto, parece que la parte sólida de la tierra esté compuesta de diferentes zonas estendidas por toda ella, que ocupa cada una su lugar relativo, y ha tenido su época particular de formacion. A estas ideas ha dado origen el haberse no-

(1) La brújula mas usada para esta operacion es la que llaman de mineros, que se diferencia de la ordinaria en que su rosa está dividida en 24 espacios iguales, que llaman horas, ó en dos veces 12 horas, y por consiguiente cada espacio comprende 15° sexagesimales. Las horas se subdividen en octavos de hora. Ademas el E. y O. estan trocados; y de esta manera, colocando el N. de la rosa en la direccion de la capa y á la parte opuesta del observador, la de la aguja señala en la rosa el punto del horizonte adonde aquella se dirige.

tado que ciertas rocas estan siempre debajo de otras, y jamas sobrepuestas, que se encuentran en ambos mundos, ocupando el mismo lugar, y que presentan grandes diferencias en su situacion, en las materias componentes y contenidas en unas y en otras, y probablemente en su origen. Estas diferentes zonas han sido llamadas formaciones, de manera que por esta palabra formacion se entiende un sistema de masas minerales enlazadas de tal modo entre sí que pueda suponerse que han sido formadas en la misma época.

El estado actual de la geognosia exige la division que se ha hecho de las formaciones en generales, parciales y circunscritas. Se entiende por formaciones generales las que estan estendidas por todo el globo, y han sido producidas sin duda por una causa general: las parciales solo aparecen en ciertos puntos, como si debiesen su origen á causas particulares ó locales; y las circunscritas son las que ocupan localidades determinadas, y no se puede asegurar si son parte de una formacion general, ó si son formaciones parciales. El señor Humboldt ha llamado formaciones paralelas ó equivalentes geognósticos á las que se representan unas á otras; porque no en todos los puntos del globo hay identidad en las formaciones correspondientes.

Aun se ha hecho una division mas general, agrupando varias formaciones que tienen entre sí cierta analogía por caracteres sobresalientes y marcados, y se han formado los terrenos divididos comunmente en seis clases, á saber: primitivo, intermedio, secundario, terciario, de acarreo é ígneo. Aunque el señor Brongniart ha substituido á esta clasificacion otra que juzga mas conveniente al estado actual de la geognosia; sin embargo, como tendria que estenderme para esponer las razones que le han movido á hacer esta reforma; y como por otra parte es suficiente la indicada para llenar el objeto que me he propuesto, nos servirá de base sin modificarla en manera alguna. Bien hubiera yo querido suprimir la clase del terreno íg-

neo, y colocar las rocas que la componen en el lugar correspondiente de las otras, por cuyo medio hubiera evitado dar idea del origen de las cosas, y hubiera presentado con orden y claridad la serie de sobreposicion de las rocas; pero no he podido. Se sabe tan poco sobre el verdadero lugar que corresponde en la naturaleza á las diferentes formaciones ígneas, que el mismo señor Humboldt al colocarlas paralelamente y como biseccion de los terrenos secundarios, no ha podido dejar de conocer las muchas dificultades que ofrece aun su interposicion (1).

Vengo ahora á la esposicion analítica de los conocimientos actuales sobre la constitucion mineral de la tierra, principiando por los terrenos mas antiguos, indicando las formaciones generales bien conocidas que entran en la composicion de cada uno, y designando con sus caracteres las rocas de que constan las formaciones.

TERRENO PRIMITIVO.

El terreno primitivo es aquel sobre que reposan los demas, y sus caracteres principales consisten en no contener rocas formadas mecánicamente de la destruccion de otras, ni hallarse en él restos algunos de organizacion. Por esta causa se ha creido que su formacion ha sido anterior á la existencia de los seres vivos.

Cinco formaciones generales bien conocidas existen en este terreno, á saber: de granito, de gneis, de mica apizarrada, de pizarra y de enfótida; pues aunque hay otras que indicarémos en sus correspondientes lugares, no pueden servir de horizonte geognóstico (2), ora por hallarse muchas veces suprimidas, ora

(1) *Ensayo geognóstico sobre la situacion de las rocas en ambos hemisferios.*

(2) Esta espresion de Gruner indica una roca generalmente es-

por no estar reconocidas suficientemente. Lo mismo sucede en los demas terrenos.

### I. *Granito.*

Es una roca compuesta de granos de felspato, principio dominante, cuarzo y mica agregados inmediatamente unos á otros. Como en el terreno primitivo hay diferentes formaciones en que aparece el granito, el señor Humboldt cree haber observado en ambos hemisferios que el granito mas antiguo se distingue de los demas en que no está estratificado, y en que abunda mas un cuarzo y contiene menos mica.

Alternando esta roca con otra llamada gneis, que describirémos despues, constituye una nueva formacion. Un granito, cuyas partes estan poco unidas, y el felspato en general en estado de descomposicion, que contiene con bastante frecuencia minerales de estaño, y la eurita, que no es mas que un granito de granos muy pequeños, acompañada de la serpentina, son acaso formaciones sobrepuestas á la anterior.

### II. *Gneis.*

El Gneis es una roca compuesta esencialmente de mica, que es la parte dominante, en escamillas bien visibles, y de felspato: su estructura es hojosa. Entre esta formacion de gneis y la siguiente de mica apizarrada se colocan otras paralelas, á saber: gneis y mica apizarrada, granito posterior al gneis y anterior á la mica apizarrada, caliza granugienta, y acaso sienita y serpentina primitivas.

La primera está compuesta de capas de gneis que alternan con otras de mica apizarrada: la segunda com-

---

tendida que sirve para conocer el lugar que ocupan otras en la serie geognóstica.

prende los granitos con minerales de estaño, como sucede en Altamberg en Sajonia, la mayor parte de las pegmatitas ó granitos gráficos que son un compuesto de felspato hojoso y de cuarzo, el cual aparece en líneas que suelen imitar á los caracteres hebreos, y contiene lepidolita, los granitos con epidota, los granitos con esteatita y clorita, y á veces con anfíbola diseminada. La caliza granugienta, que es la tercera formacion paralela que hemos indicado, aparece como tal, ademas de hallarse en capas subordinadas á otras rocas primitivas. La cuarta es la sienita. Esta roca compuesta esencialmente de felspato hojoso y anfíbola, cuya parte dominante es el felspato, y que contiene muchas veces cuarzo, constituye acaso algunas formaciones primitivas independientes. Sin embargo, la mayor parte de las sienitas consideradas antes como tales, parece que no son otra cosa que granitos con anfíbola; esto es, capas subordinadas á los granitos, y á veces formaciones intermedias.

Aunque la edad relativa de una pequeña formacion de serpentina, que se ha visto sobre el gneis, sea un poco dudosa, por cuanto no está cubierta, parece probada su edad relativa, segun el señor Humboldt, porque antes de aparecer como formacion independiente, se presenta en capas subordinadas á la formacion de gneis y mica apizarrada.

### III. *Mica apizarrada.*

Esta roca compuesta de mica, que abunda y predomina, y cuarzo, tiene una estructura apizarrada. No está en ella la mica en escamillas como en el gneis, sino en hojas anchas interpuestas al cuarzo. Esta formacion reposa las mas veces sobre el gneis y algunas sobre el granito, con el que alterna antes de aparecer como formacion independiente. Entre esta formacion y la siguiente se ha visto un granito con granates y anfíbola, que pasa á una roca sienítica de granos

muy gruesos, y una pequeña formacion de gneis que contiene capas subordinadas de caliza granugienta, y aun de mica apizarrada.

### IV. *Pizarra.*

La estructura de esta roca es bastante conocida, y sirve, como hemos visto, para indicar la de otras. El señor D'Aubuisson la describe asi: «roca simple, cuya fractura transversal es mate, terrosa, de granos finos, opaca, sin lustre, cuyo polvo es siempre gris, y se funde en escoria negruzca.» Como la pizarra se encuentra no solamente en el terreno primitivo, sino tambien en el intermedio, darémos dos caracteres para distinguirlas que pueden servir bastante generalmente. La pizarra del terreno primitivo suele estar menos cargada de carbono, y ser de colores menos oscuros que la del intermedio. Cuando aquella pasa á la mica apizarrada, forma la mica grandes láminas; pero en la intermedia se presenta en pajillas aisladas.

Cuatro formaciones paralelas hay reconocidas á continuacion de la pizarra primitiva, á saber: la roca de cuarzo elástico del Brasil, un granito de pequeños granos que pasa á veces al gneis, y alterna con él, un pórfido de base arcillosa algo descompuesto con felspato comun, pero sin anfíbola ni cuarzo, y la

### V. *Eufótida primitiva.*

Esta roca compuesta de jade tiene una estructura granugienta, y contiene muchos cristales de dialaga. La formacion á que da nombre es el límite entre el terreno primitivo é intermedio.

### TERRENO INTERMEDIO.

Las rocas de este terreno son de composicion muy análoga á las del primitivo; pero alternan con otras

fragmentarias ó arenáceas. Tambien contienen entre sus capas algunos restos de seres organizados; caracter que las distingue igualmente de las anteriores.

La mayor parte de las formaciones del terreno intermedio está compuesta de dos ó tres rocas alternativas; pero hay algunas dominantes que dan nombre á la formacion.

Seis son las grandes formaciones conocidas actualmente en este terreno, á saber: de caliza granugienta talcosa, de pórfido, de pizarra, de pórfido y sienita, de pórfido y sienita con circones, y de eufótida.

### I. *Caliza granugienta talcosa.*

Esta roca da nombre á una formacion general compuesta de tres formaciones parciales, á saber: la caliza, la mica apizarrada, y la traumata con antrancita. Las calizas granugientas talcosas que componen esta formacion, son con frecuencia apizarradas, hediondas, tienen muchos granos de cuarzo, y á veces capas de serpentina. Tambien suele encontrarse caliza compacta amarillenta que parece á la de Jurá (1), y otras pasa á una caliza de grano menudo con almendrillas y con glomerados calizos, que no son otra cosa que fragmentos de piedra caliza compacta reunidos por un gluten de la misma naturaleza. Tambien se encuentran en esta formacion pizarras listadas, y con láminas interpuestas de caliza y aun de talco. Igualmente suele haber cuarzos sin mica ó con ella, y en este caso dan origen á la formacion parcial de mica apizarrada. Pasando esta roca á pizarras negras bituminosas, se llena de impresiones de vegetales, se reune con antracitas, calizas esteatitosas y traumatas, que son un compuesto de granos ó fragmentos de cuarzo, piedra de lidia, pizarra etc., reunidos por un gluten de la na-

(1) Del terreno secundario.

turaleza de la pizarra, y componen la tercera formacion parcial que hemos indicado.

II. *Pórfido.*

Esta es una formacion general compuesta de pórfidos, sienitas, caliza negra y diorita que cubre inmediatamente á las rocas primitivas, reconocida por el señor Humboldt en la América meridional. Los pórfidos son rocas que presentan en medio de una pasta homogénea y principal cristales ó granos cristalinos de felspato, formados al parecer al mismo tiempo que ella; y las dioritas se componen de hornablenda y de felspato, casi igualmente diseminados, ó en que domina la primera. Su estructura es bien varia.

III. *Pizarra.*

Esta formacion, que contiene traumatas, dioritas, calizas negras, sienitas y pórfidos, reposa como las dos anteriores inmediatamente sobre el terreno primitivo: sin embargo, se distingue de la primera, porque no contiene casi ningunas calizas granugientas esteatitosas, y de la segunda por la abundancia de pizarras y traumatas. La gran formacion de que hablamos contiene á las tres siguientes: pizarra, traumata y caliza negra.

Esta pizarra intermedia suele ser azul negruzca, ó verdosa y suave al tacto. Unas veces es terrosa y de hojas muy gruesas, y otras aparece en hojas delgadas. Las capas mas antiguas, que pasan á la mica apizarrada, presentan grandes láminas de mica muy unidas. Las mas nuevas ó las que estan cerca de la traumata, contienen pajillas aisladas de mica, y algunas veces maclas, epidota y venillas de cuarzo. Esta pizarra, que tiene una gran tendencia á cambiar de composicion y de aspecto, encierra un gran número de capas, de las cuales algunas parece que forman rocas alternativas

con ella. Tales son la traumata, la caliza generalmente compacta y negra ó gris negruzca, algunas veces rojiza y aun blanca y granugienta; la diorita, el pórfido, la pizarra alumbrosa, el cuarzo compacto, la piedra de lidia, y el jaspe apizarrado. Tambien contiene la pizarra, aunque menos habitualmente, capas intercaladas de gneis, de mica apizarrada y granito, de granito y sienita, de piedra de afilar, de serpentina y de felspato compacto.

La segunda formacion es la de traumata; y se ha observado que los granos que componen esta roca son de menor tamaño y mas iguales que los de la traumata de la primera formacion general del terreno intermedio.

La tercera formacion es de caliza. Esta roca principia formando capas en la traumata y pizarra intermedias, ó alternando con ellas; desaparecen despues la pizarra y la traumata, quedando solo la caliza como una formacion simple que á veces podria creerse independiente. La alternativa de la pizarra y la caliza suele ser ya en capas gruesas, ya en láminas muy delgadas.

### IV. *Pórfidos y Sienitas.*

Esta formacion de pórfidos y sienitas, que tambien contiene dioritas, es en ambos hemisferios posterior á la pizarra intermedia; y el señor Humboldt cree que acaso deba componer un solo grupo con la siguiente. En ella se han encontrado las grandes riquezas de oro y plata de Méjico.

### V. *Pórfidos, granitos y sienitas con circones.*

Esta es la famosa formacion reconocida en las orillas del golfo de Cristiania por los señores Hausmann y Buch. Estos sabios la hallaron reposando sobre una pizarra que contenia capas alternativas de caliza negra llena de restos de seres organizados, á saber, orto-

ceratitas, madreporas, pectinitas y alguna ammonita.

### VI. *Eufótida.*

Dos formaciones independientes de eufotida se han reconocido hasta ahora; la una de que ya hemos hecho mencion, forma el límite del terreno primitivo é intermedio, y la otra que es la que nos ocupa, separa éste del secundario. Parece que en Escocia, y en Gernerode en Alemania, la hiperstena reemplaza con frecuencia á la dialaga. Las eufotidas del florentino contienen capas de jaspe rojizo, á veces listado, y estan sobrepuestas á las traumatas y calizas intermedias.

## TERRENO SECUNDARIO.

Este terreno se diferencia mucho de los dos anteriores, tanto en la naturaleza como en la disposicion de las rocas. Con efecto, aqui no aparecen casi mas que materias de acarreo y rocas llenas de restos orgánicos, lo que anuncia positivamente, como dice el señor Beudant, el fin del antiguo orden de cosas, y el establecimiento completo de uno nuevo. Las capas del terreno primitivo é intermedio tienen generalmente una inclinacion bastante grande; pero las del secundario son habitualmente horizontales ó se aproximan á esta línea. Ademas es muy frecuente en este terreno la supresion de alguna de sus grandes formaciones, ó el hallarse contenida una en otra como capa subordinada. Cuatro son las mas notables de este terreno, á saber: la arenisca roja, la caliza alpina, los depósitos arenosos y calizos, y la creta.

### I. *Arenisca roja.*

Las areniscas en general son rocas formadas de granos ó fragmentos que han provenido de la destruccion de rocas preexistentes, y han sido transportados por un agente mecánico al lugar en que se encuentran don-

de los ha reunido un gluten de naturaleza diferente, y por consiguiente de formacion posterior. Estas rocas han sido divididas en areniscas propiamente dichas, cuando el tamaño de los granos no pasa del de una avellana; en almendrillas si esceden de él y son arredondeados, y en brechas, cuando ademas de ser los granos mayores que avellanas, son angulosos. La arenisca roja fue llamada asi por Werner á causa de su color.

Como esta formacion que es la que contiene el gran depósito del carbon de piedra, forma el límite del terreno intermedio y secundario, no es estraño que aquel contenga ya verdadero carbon, ni que este combustible encierre capas arenáceas unidas á traumatas. Por esta causa han sido tambien estas llamadas areniscas del carbon de piedra (Psammistas de M. Brongniart); y son rocas compuestas esencialmente de arena cuarzosa y de mica casi igualmente mezcladas, y reunidas por una corta cantidad de arcilla. Cuando el carbon de piedra se encuentra en este caso, toma la inclinacion de las rocas intermedias; pero en el otro acompaña á la arenisca roja. Esta roca suele estar unida á un pórfido secundario, y á su formacion pertenecen como capas interpuestas ciertas dioritas y otras rocas felspaticas y piroxenicas, calizas hediondas, etc. Pero el gran depósito de carbon de piedra no se halla cubierto las mas veces por la arenisca roja, ni el pórfido, ni mezclado con capas arenáceas del terreno intermedio, sino que está colocado en hoyas rodeadas de colinas de arenisca roja y pórfido, y solo presenta en su techo capas alternativas de arcilla apizarrada.

El señor Humboldt ha encontrado en los Andes del Perú una formacion independiente de cuarzo secundario, sobrepuesta á la anterior y desconocida en Europa.

### II. *Caliza alpina.*

Esta es una gran formacion que viene inmediatamente despues de la arenisca roja, y que á veces está

tan íntimamente unida con ella, que aparece intercalada. La caliza compacta ó alpina que da nombre á la formacion, es en general agrisada ó azulada y algunas veces rojiza, su testura de grano fino, y su fractura aconchada. El piso inferior de esta formacion es de marga apizarrada bituminífera, y contiene habitualmente una cantidad notable de partes carbonosas, ferruginosas y cobrizas, ya diseminadas en la masa en moléculas invisibles, ya formando verdaderos minerales de cobre. Esta formacion contiene ademas como capas subordinadas carbon de piedra, sal gema, yeso, caliza hedionda, caliza magnesífera, caliza de grifitas, caliza ferrífera, caliza celular de granos cristalinos y areniscas con calamina, plomo, hierro hidratado y mercurio. En Inglaterra la caliza magnesífera es la formacion paralela á la alpina.

### III. *Depósitos arenáceos y calizos.*

Con este nombre se comprenden cinco formaciones que se han desarrollado muy desigualmente, á saber: arcilla y arenisca abigarrada; caliza conchera; arenisca cuarzosa; caliza del Jurá; areniscas y arenas ferruginosas, areniscas y arenas verdes y areniscas con lignitas.

La arenisca abigarrada es una masa arenácea formada por un gluten margoso ó arcilloso. Su color es muy variado; ya se presenta en fajas grises, ya amarillas, ya pardas y ya rojas. Esta arenisca suele contener masas de arcilla de diferentes colores que son algunas veces suaves al tacto, y forman una verdadera tierra de batan. Esta formacion se halla sobrepuesta á la caliza alpina, y contiene como capas subordinadas yeso arcilloso con aragonitas, cristales de roca incoloros ó rojos, y azufre; capas delgadas de caliza ya margosa, ya magnesiana; arcilla impregnada de pez mineral, arenisca muy cuarzosa casi sin gluten visible; mina, de hierro pardo las mas veces en geodas, vestigios de carbon de piedra y aun de lignitas.

La caliza conchera, cuyo nombre le ha hecho confundir algunas veces con las capas inferiores ó superiores de la caliza del Jurá, se conoce muy bien porque tiene una estructura mas simple, por la prodigiosa cantidad de conchas que contiene, y por su situacion superior á la arenisca de colores, é inferior á la cuarzosa que la separa de la caliza del Jurá. Los colores de de la caliza conchera son en general bajos, blanquecinos, agrisados ó amarillentos; su fractura es compacta y mate, pero la mezcla de pequeñas láminas de espato calizo que contiene, la hacen á veces granugienta y brillante.

La arenisca cuarzosa tiene un color blanquecino, amarillento ó agrisado de granos muy finos, reunidos por un gluten arcilloso ó cuarzoso. La corta cantidad de mica que hay en esta roca, es en general plateada, y está diseminada en pajillas. Esta arenisca se halla dividida en capas poco inclinadas, muy gruesas, cortadas en ángulo recto por hendiduras, y algunas de sus capas se descomponen facilmente en arena muy fina.

La caliza del Jurá es una formacion muy complexa, compuesta de capas alternativas de calizas margosas y oolíticas con yeso y un poco de arenisca. La mayor parte de las calizas del Jurá tienen una testura de granos medianos, un aspecto terroso y fractura desigual; son perfectamente opacas, y sus colores blanquecinos, agrisados, amarillentos ó rojizos; otras tienen una testura floja, aspecto terroso, son ásperas al tacto y de fractura escabrosa; otras son cavernosas ó celulares; otras oolíticas, esto es, que estan en granos redondos mas ó menos gruesos, compactos, de color blanco ó amarillento, agrisado, rojizo ó pardusco. Esta formacion contiene capas subordinadas de pedernal, caliza magnesífera y yesos con indicios de sal gema, areniscas arcillosas y micáceas y á veces siliceosas, hierro oxidado globuliforme, y carbon de piedra.

Otra formacion hay superior á ésta, compuesta de areniscas y arenas ferruginosas, areniscas y arenas ver-

des, y areniscas con lignitas. Estas tres rocas pueden considerarse como dos formaciones separadas una de otra por una capa de arcilla. Las arenas ferruginosas pardo-rojizas alternan con areniscas siliceosas y con pequeños cúmulos de minerales de hierro. Las arenas verdes alternan con areniscas calizas y siliceosas, con margas amarillentas y á veces con pequeñas capas de caliza compacta; y las lignitas parece que anuncian, dice el señor Humboldt, el gran depósito de estos fósiles del terreno terciario.

Pasemos á la última formacion del terreno secundario, á saber, la creta. Como desde esta roca empiezan las interesantes para las fuentes ascendentes, me detendré en su exámen algo mas que lo he hecho hasta aquí, segun ofrecí al principio. (V. la estampa I.)

## IV. *Creta.*

Esta formacion consta de tres pisos diferentes: el inferior es la glauconia cretácea, el de enmedio la creta grosera, y el superior la creta blanca.

La creta en general tiene una testura terrosa, mate, es blanda y desmoronadiza, y sus colores el blanco, agrisado ó amarillento bajo. La glauconia cretácea tiene una testura floja con la base de caliza cretácea, granos verdes y mucha arena. La creta grosera es de testura floja con granos muy finos y algunas hojas de mica. Es agrisada, arenosa y contiene margas y corneas de color claro. La creta blanca es en general de grano fino: no es cal carbonatada pura, pues contiene algunas centésimas de magnesia, y está mezclada con una cantidad variable de arena. Los caracteres en grande de esta formacion son: presentar masas considerables, cuyos pisos horizontales no aparecen con claridad, ni se subdividen en el mismo sentido: estas masas contienen casi siempre capas interrumpidas de pedernal de forma irregular, cuyas superficies que estan en contacto con la creta, funden, por decirlo así, estas

dos sustancias una en otra. La distancia de las capas de pedernal varía de un punto á otro. Entre las muchas conchas que se encuentran en la creta, el género belemnita parece ser el fósil característico de esta roca.

### TERRENO TERCIARIO.

Las formaciones terciarias son las que estan sobrepuestas á la creta, y hasta ahora hay cinco reconocidas, á saber: de arcilla y arenisca con lignitas, de caliza de Paris, de caliza siliceosa con yesos, de areniscas y arenas superiores al yeso, y de agua dulce.

#### I. *Arcilla y areniscas con lignitas.*

Casi toda la superficie de la masa de la creta está cubierta en las inmediaciones de Paris por una capa de arcilla plástica que tiene en general caracteres comunes muy notables, bien que en algunos puntos presenta diferencias bastante sensibles. Es pegajosa, tenaz, contiene sílice y muy poca cal, pues no hace efervescencia con los ácidos, y es infusible al fuego de porcelana cuando no contiene gran cantidad de hierro. Varía mucho de color, la hay muy blanca, gris, amarilla, gris de pizarra mezclada de rojo, y rojo casi puro. Su corpulencia ó grueso es en algunas partes de 16 varas, y en otras no pasa de dos á tres pulgadas. Muchas veces se encuentran dos bancos de arcilla: la superior llamada por los trabajadores falsa arcilla, es arenosa, negruzca, y está separada de la inferior por una capa de arena. La arcilla plástica es de distinta formacion que la creta que está debajo, pues difiere de ella por su naturaleza química, por el género de estratificacion y por los fósiles que contiene. En Inglaterra la arcilla plástica abunda mas en arenas que en arcillas, y contiene lignitas y una arenisca desmoronadiza. En otros parages ocupa el lugar de la arcilla plástica la gompholita, que es una almendrilla com-

puesta de partes arredondeadas de diferentes rocas reunidas por un gluten generalmente calizo.

## II. *Caliza de Paris.*

La caliza grosera de Paris tiene en general una testura terrosa de granos groseros, es floja, la fractura recta y escabrosa, y el color amarillento bajo y sucio. En las inmediaciones de Paris no siempre cubre inmediatamente esta formacion á la arcilla plástica, sino que es lo mas comun que haya una capa de arena interpuesta. La formacion caliza, principiando por la arena, está compuesta de capas alternativas de caliza grosera mas ó menos dura, de marga arcillosa, de arcilla hojosa en capas muy delgadas, y de marga caliza. Las primeras capas é inferiores de la formacion caliza son muy arenosas, y las mas veces mas arenosas que calizas, y cuando son sólidas se descomponen al aire y se hacen polvo. La caliza conchera de que estan formadas, y aun la arena que la reemplaza algunas veces, contienen casi siempre tierra verde en polvo ó en granos, la cual solo se encuentra en las capas inferiores; pero lo que caracteriza aun mas particularmente estas capas es la cantidad prodigiosa de conchas fósiles que contienen, cuya mayor parte se diferencia mas de las especies que actualmente viven que las de las capas superiores. Otro carácter particular de estas conchas es que estan enteras, que se separan con facilidad de la roca, y muchas conservan su lustre nacarado. Las capas medias contienen tambien un gran número de especies de conchas, y en ellas hay un banco que los canteros llaman banco verde por su color, pero que otras veces es gris amarillento. En su parte inferior presenta con mucha frecuencia impresiones de hojas y tallos de vegetales mezclados con ceritas, ampulitas y otras conchas marinas. El tercer sistema ó superior contiene menos conchas que los anteriores. La parte superior y media de este banco, empleada como piedra de construccion, se

conoce con el nombre de roca. Sobre las últimas capas de caliza grosera vienen las margas calizas duras que se dividen en fragmentos, cuyas caras estan ordinariamente cubiertas de una tinta amarilla y de dendritas negras. A estas las separan unas de otras margas calizas blandas, margas arcillosas, y arena caliza que suele contener sílice cornea en fajas horizontales.

Las calizas groseras de Hungria presentan los mismos caracteres que la de Paris, y en Inglaterra la arcilla de Londres es no solamente por su sobreposicion á la arcilla plástica una formacion paralela á la caliza de Paris, sino que contiene todas las especies de conchas que pertenecen á las capas inferiores de esta caliza. En el valle del Támesis la formacion que los geognostas ingleses designan comunmente con el nombre de *London clay*, es un depósito de arcilla y de margas parduzcas que contienen hierro sulfurado y algunas láminas de selenita; pero en otros puntos de Inglaterra esta capa se aproxima mucho mas por su composicion mineralógica á la caliza grosera. En fin, esta formacion se ha encontrado en otros muchos parages, y el señor Humboldt cree haber visto análogas en el nuevo mundo.

III. *Caliza siliceosa con yesos.*

La caliza siliceosa de Paris tiene una testura compacta de granos variables, es medianamente dura, pues aunque raya al acero, se deja rayar. Disuelta en el ácido nítrico deja un resíduo siliceoso; sus colores son agrisado, ó amarillento sucio. Esta formacion consta de pisos distintos calizos, en los cuales la roca aparece muchas veces cavernosa. Estas cavidades suelen ser bastante grandes, irregulares y se comunican en todas direcciones. El silex tapiza sus paredes de estalactitas mamilares de diversos colores, ó de cristales de cuarzo muy cortos. Esta caliza es de formacion de agua dulce. Las piedras molares son unas masas po-

rosas y duras, que parece no son mas que la caliza siliceosa despojada de su cal; pero estas molares no deben confundirse con otras de que se hablará despues. La caliza siliceosa está intimamente unida en la parte superior al yeso por margas arcillosas y yesosas que alternan con ambas rocas. El terreno yesoso está compuesto de capas alternativas de margas apizarradas y yeso sacaroideo compacto ú hojoso. En el centro y en su masa mayor contiene producciones terrestres y de agua dulce; pero hácia sus límites superior é inferior, tanto el yeso como las margas encierran producciones marinas. El carácter para reconocer el piso inferior de la formacion yesosa, consiste en silex menilitos y grandes cristales de selenita lenticulares y amarillentos. Una capa de marga verde separa por la parte superior de la formacion de yeso las conchas de agua dulce de las marinas.

IV. *Areniscas y arenas superiores al yeso.*

Esta formacion de rocas siliceosas es un tercer depósito de arena y arenisca que solo difiere de la parte marina de la formacion yesosa por su naturaleza mineralógica, y puede dividirse en dos partes; la inferior compuesta de una arenisca ó arena sin fósiles, y la superior que contiene conchas marinas. En algunos puntos del piso inferior se encuentran pajillas de mica, hierro pardo en riñones, un poco de yeso y filtraciones de cal carbonatada. Los pisos superiores que contienen conchas marinas pasan algunas veces á una caliza arenácea. En Italia se han encontrado terrenos correspondientes á esta formacion.

V. *Formacion de agua dulce.*

Esta es la formacion del agua dulce superior compuesta en algunos puntos de arenas arcillo-ferruginosas, de margas y molares siliceosas llenas de cavidades.

La roca dominante es la molar porosa y sin conchas, que no es mas que un silex lleno de huecos irregulares guarnecidos de hilillos silíceos dispuestos á la manera del tejido reticular de los huesos, y revestida su superficie interior de ocre rojo. Estos huecos que no tienen comunicacion entre sí, estan muchas veces llenos de marga y arena arcillosa.

### TERRENO DE ACARREO.

Este terreno está compuesto de partes incoherentes no recubiertas por ninguna capa lapídea, y puede dividirse en dos clases; una de acarreo, propiamente dicho, esto es, cuyos materiales han sido transportados por las aguas, pero no tenidos en suspension, porque son generalmente muy pesados y groseros, como los trozos de las rocas, cantos rodados casquijo etc., y la otra compuesta de materias terrosas ligeras que han debido estar en suspension en las aguas, y son arenas finas, margas arcillosas con restos de vegetales etc.

Este terreno suele formarse en el fondo de los valles por la destruccion de las rocas de los flancos de las montañas que los rodean, ó por la cantidad de piedras y tierras que los rios, arroyos ó torrentes conducen á ellos; otras veces está al pie de las cordilleras, y se compone de trozos, piedras y tierras procedentes de la destruccion de estas montañas; pero que parece que han estado cubiertos por una gran masa de agua que con sus movimientos los ha nivelado y colocado como una capa. Tambien se ve este terreno en las llanuras, formado principalmente de arenas y arcillas. El terreno de acarreo suele contener diferentes sustancias de los tres reinos, como son tobas calizas, minerales de hierro limoso, sulfurado, oxidulado, oro, estaño, platino; sal comun, turbas y maderas poco alteradas, y otras en estado fosil, huesos de cuadrúpedos, etc., entre los

cuales debemos hacer particular mencion del Megaterio que existe en el Real Gabinete de historia natural, encontrado en el Paraguay á tres leguas de Buenos Aires, del cual seria de desear que se ocupasen nuestros zoólogos, para destruir ó confirmar ciertas dudas que se han suscitado sobre él (1).

### TERRENO IGNEO.

El señor Humboldt coloca este terreno (2) como biseccion del secundario, con el objeto de unir á la vez la formacion de pórfidos y traumatas, y de pórfidos, sienitas y granitos intermedios á los pórfidos de la arenisca roja, y á las traquitas ó pórfidos trapeanos con piroxenas y sin cuarzo; pero como hasta ahora no se han visto sus formaciones colocadas de manera que se les haya podido unir bien con las que hemos descrito, lo pondremos en seccion aparte, como se ve generalmente en las obras de Geognosia. El terreno ígneo presenta ciertamente formaciones de épocas bien distintas; pero todas ellas suelen comprenderse en tres grupos, á saber, traquíticas, basálticas, y de lavas.

### FORMACIONES TRAQUITICAS.

En estas estan comprendidas las traquíticas propiamente dichas, las esmaltadas, las vidriosas, las phonólitas y las brechas y tobas de estas rocas. La masa principal de las traquitas es de felspato.

La traquita propiamente dicha es ordinariamente de un color gris claro que pasa, ya al blanco, ya

(1) Véase en las Instituciones geológicas del señor Breyslack una nota sobre este animal que parece le comunicó nuestro naturalista Gimbernat.

(2) Ensayo geognóstico ya citado.

al negro; á veces es rojiza, parda, verde ó amarilla; su fractura es habitualmente terrosa, y á veces compacta, su consistencia variable; al soplete se funde facilmente en esmalte agrisado, sembrado con frecuencia de puntos negros. Los cristales de varias sustancias, y especialmente de felspato, anfibola y mica que suele contener, le dan la estructura de un pórfido ó de un granito.

La traquita esmaltada no es otra cosa que la piedra perlada de los mineralogistas, y la vidriosa si se funde en esmalte blanco será la obsidiana. Las masas traquíticas, y con particularidad las esmaltadas y vidriosas, suelen presentarse en estado de pomez. La phonolita es una variedad de la traquita, de la que se diferencia por su fractura mas compacta, porque los bordes de sus fragmentos son un poco traslucientes, y porque se divide en placas delgadas y sonoras. La destruccion y descomposicion de las traquitas, y las deyecciones de escorias, pomices y cenizas que probablemente acompañaron á su produccion, han dado orígen á brechas y tobas compuestas de estas rocas.

### FORMACIONES BASALTICAS.

Estas formaciones comprenden principalmente las doleritas y los basaltos. La parte dominante en ambas rocas es la piroxena.

La dolerita está compuesta esencialmente de piroxena y felspato hojoso, y tiene un color negruzco. Cuando la piroxena compone la masa y el felspato está en cristales envueltos en ella, toma la forma de un pórfido: si los dos minerales se reunen en proporciones casi iguales, la de un granito.

El basalto es una roca simple, y probablemente no es mas que una dolerita de granos pequeñísimos ó de apariencia homogénea. Su color es negro, su testura, ya menudo-hojosa, ya granugienta, ya casi compacta, es dificil de romper, y se funde en esmalte ne-

gro. Muchas veces el basalto contiene cristales de piroxena diseminados, y forma la basanita; otras encierra núcleos ó glóbulos de otras sustancias posteriores á su consolidacion, y constituye los basaltos amigdaloideos. Esta roca se presenta generalmente en la naturaleza en grandes prismas ó en bolas.

LAVAS.

En fin hay ciertas rocas producidas por las deyecciones volcánicas, tanto antiguas como modernas, que seria dilatado enumerar, y que no pueden confundirse con ninguna otra, porque llevan consigo la marca de haber sido fundidas en los grandes laboratorios de la naturaleza.

# TRATADO

## DE LAS

# FUENTES ASCENDENTES,

## Ó

## DE LAS VARIAS ESPECIES DE TERRENOS EN QUE PUEDEN BUSCARSE AGUAS SUBTERRANEAS.

---

## INTRODUCCION.

§. 1.

Habiendo propuesto la Junta de fomento de la industria francesa por asunto de un premio el determinar en qué casos, y por qué métodos se pueden buscar y elevar á la superficie aguas subterráneas valiéndose de la sonda del minero, es necesario para resolver la cuestion considerarla desde luego teóricamente. En este supuesto vamos á determinar ahora las causas locales ó las razones geológicas que pueden servir de guia para buscar estas aguas en un pais donde no se conocen, y despues describiremos circunstanciadamente los trabajos que deben ejecutarse para elevarlas, ya sea á la superficie del terreno, ya á algunas varas debajo de ella.

§. 2.

Como la primera parte de la cuestion de que vamos á ocuparnos, debe presentarse con alguna estension, la subdividiremos en otras dos. En la primera trataremos de todo lo relativo al conocimiento geológico de los terrenos en que se han hecho sondeos para formar fuentes ascendentes; y en la segunda que no será mas que una consecuencia de la anterior, da-

remos á conocer los principios que deben guiar al fontanero sondeador en el exámen de los terrenos susceptibles de contener aguas ligeras y saludables. Ha sido preciso establecer estas dos subdivisiones, porque no pudiendo la ciencia geológica progresar sino en tanto que la serie de raciocinios, que se dirige á fijar de una manera invariable su filosofía, esté fundada en hechos escrupulosamente observados; es claro que si hemos de sentar aqui los principios teóricos que han de guiarnos para buscar aguas subterráneas, habremos de dar á conocer de antemano los hechos que sirven de base á estos principios. No pretendemos empero resolver el problema propuesto por la Junta de fomento con una exactitud matemática, ni es posible tampoco que ella lo exija, porque las cuestiones que pertenecen á la historia natural no pueden tratarse con el rigor que las que emanan de las ciencias puramente matemáticas en que las consecuencias mas remotas participan de la verdad del principio de donde han nacido, como lo dice muy bien Laplace en su Ensayo filosófico sobre las probabilidades. Sin embargo, aunque las consecuencias deducidas de los hechos geológicos no puedan ser absolutas, pues que estriban en fenómenos que no son inmudables, se debe creer cuando numerosos resultados confirman la idea que nos hemos propuesto, que se han resuelto los problemas de geología, en cuyo sentido nos parece haber llenado el objeto de la Junta de fomento.

De aqui se infiere, que describiendo la constitucion geológica de los diversos paises donde se han hecho indagaciones para buscar aguas subterráneas de un modo análogo á los que vamos á esponer en esta obra, y comparándolos entre sí, podremos sacar las consecuencias necesarias para establecer con una grande probabilidad los principios ó reglas generales que debe seguir el fontanero sondeador, con arreglo á la naturaleza, disposicion de la superficie é interior del terreno.

# CAPITULO PRIMERO.

## DE LOS TERRENOS EN QUE SE HAN HECHO SONDEOS PARA FORMAR FUENTES ASCENDENTES.

### §. 3.

Las primeras indagaciones sobre estos surtidores naturales parece que se hicieron en el terreno que comprende el departamento del Paso de Calés, compuesto de la antigua provincia de Artois, del Bulonés, del Calesis, del Andresis y de una parte muy pequeña de la Picardía. Esta opinion es á lo menos general, y parece confirmada por la denominacion de pozos artesianos que se da en otros paises á esta clase de fuentes, pues aunque se conocen hace mas de un siglo los surtidores naturales de la baja Austria, y los pozos taladrados de las cercanías de Modena y de Bolonia; como asimismo la fuente que Casini hizo formar en el fuerte Urbino, cuya agua se elevaba quince pies sobre la superficie de la tierra (1); no parece que el modo de hacerlos fuese bien conocido mas que en el norte de la Francia hasta hace pocos años que se empezó á buscar aguas subterráneas por medio de la barrena de montaña en otras partes del mismo reino; y en algunos condados meridionales de Inglaterra. El descubrimiento de estas fuentes en Artois provino sin duda de la poca dificultad que debió ofrecer el profundizar mas algunos pozos abiertos anteriormente en las cercanías de Bethune (Véase la situacion de esta ciudad en la estampa 2.ª), y cuya agua se elevaria hasta la superficie de la tierra; pero despues con tales datos se ha conseguido tenerla por medio de trabajos

(1) V. la memoria del señor Baillet inserta en el boletin de la Junta de fomento de febrero de 1822.

menos dispendiosos que los que exige la construccion de los pozos ordinarios; y se ha llegado tambien, con la invencion de varios instrumentos, á taladrar terrenos de un espesor considerable. En el dia se hace subir el agua á la superficie de la tierra, cuando las circunstancias locales lo permiten, de la profundidad de mas de 300 pies, y tan clara y tan pura que en ciertos paises se destina esclusivamente á los usos mas ordinarios de la vida.

## §. 4.

Si se examinan con cuidado los perfiles de las estampas 3, 4 y 5 que representan algunos sondeos hechos en los comunes de Ardres, Choques, Annecin, Aire, Merville y Blengel (V. su situacion en la Estampa 2.ª), se advertirá que todas las aguas que han subido á la superficie por medio del sondeo, se hallan contenidas en las hendiduras de las rocas cretáceas cubiertas por capas horizontales de tierra vegetal, arena, cantos rodados y arcilla mas ó menos grasienta. En todas las fuentes abiertas en las inmediaciones de estos comunes se ha observado una sucesion de capas semejante á la que acabamos de indicar, y tambien que separándose mas y mas al nordeste de los comunes de Aire, Sanvenant, Merville etc., es mayor el espesor de las capas horizontales sobrepuestas á la caliza cretácea, y por consiguiente se halla esta mas profunda. De aqui se ha inferido que para tener sin mucho trabajo surtidores naturalea, conviene no separarse demasiado de la línea punteada *a' b' c' d'*. (Estampa 2.ª)

## §. 5.

Si consideramos ahora geológicamente el terreno del departamento del Paso de Calés, podremos esplicar sin dificultad y de un modo general las causas que hay para que el sondeo no se ejecute con tanta

facilidad, cuando se hace á mucha distancia de la linea punteada *a' b' c' d'*, como cuando se hace cerca de ella.

Examinando el terreno de este departamento desde Doulens, y siguiendo hácia la linea *n*, *o*, *p*, *q*, se observa que está todo compuesto de caliza cretácea, menos la parte que señala la línea punteada que pasa por los comunes de Laudrethun, Colambert, Desvres y Neuchatel, formada por rocas mucho mas antiguas (1); y tambien que esta caliza, cuyos caractéres mineralógicos son absolutamente semejantes á los de la creta de la hoya de Paris, no es mas que la prolongacion de la mesa caliza que saliendo al traves de las arenas de la Beauce, se estiende en todos sentidos, y forma el suelo de la Normandía, de la Picardía y de la Champaña. En el departamento del Paso de Calés, y especialmente en el cabo Blanc-nez (V. E. 2.), se presenta esta misma caliza en grandes tajos verticales y en masas, cuya estratificacion apenas se distingue. Casi no contiene en este parage pedernales; pero sí una grande cantidad de piritas ferruginosas. En otros sitios hemos podido reconocer por medio de los pozos que se han hecho para la estraccion de esta caliza, que su masa, sin variar notablemente en los caractéres mineralógicos, está dividida en capas horizontales de dos á tres pies de corpulencia, por fajas de pedernal tuberoso, comunmente gris negruzco. En otros hemos visto ademas capas homogéneas compuestas de la misma sustancia que este silex, de tres ó cuatro pulgadas de grueso, que se estienden con perfecta regularidad por un grande espacio. Esta caliza

(1) En una memoria geológica que la Sociedad de agricultura de Boloña hizo imprimir en 1823, cuyo estracto se ha insertado en los Anales de minas, dimos á conocer la naturaleza y edad relativa de las rocas que componen esta parte del departamento del Paso de Calés.

cretácea se presenta casi á la superficie de la tierra en todos aquellos puntos del departamento del Paso de Calés que estan situados al Sudoeste de la linea punteada *a′ b′ c′ d′*, cuya direccion media es con corta diferencia de Nordeste á Sudoeste. Las mesas mas altas que forma, estan cortadas por un sinnúmero de pequeños valles que dan á todo el pais un aspecto ondeado; la tierra vegetal que la cubre es generalmente de poco espesor, y al aspecto general de esta parte del departamento, llamada pais alto, presenta perfectamente todos los caracteres geológicos de un terreno secundario, compuesto de capas de caliza cretácea, cuya testura y color apenas varían.

Si en lugar de recorrer el pais que describimos, se examina el que está al Nordeste de la línea punteada *a′ b′ c′ d′*, se advertirá que así la disposicion interior como la esterior son enteramente distintas. Con efecto, partiendo de Dunquerque, Hasbroug, Lila etc. no se presenta mas que un inmenso campo, á cuyos límites no alcanza la vista, y que es el principio de las vastas llanuras que forman el suelo de la Holanda, de la baja Alemania y de la Polonia. En estos terrenos, perfectamente á nivel, no se encuentra ninguna especie de roca, que pueda hacer presumir que pertenecen á la misma formacion que los del pais alto. Los sondeos hechos en estos parages hasta Gante y Amberes solo han dado á conocer, como ya hemos dicho, capas horizontales mas ó menos gruesas de tierra vegetal, de arena y de arcilla de dureza variable, muchas veces siliceosa, y que contiene casi siempre piritas ferruginosas, colocadas por lo comun en fajas delgadas. Estas capas que cubren inmediatamente á la caliza cretácea, como se ha visto en todos los parages en donde los sondeos han llegado á una grande profundidad, pertenecen pues á aquellos terrenos modernos formados por la destruccion de rocas preexistentes, cuyos restos trasportados y gastados por las aguas, primera causa de su destruccion, se han depositado

en seguida tranquilamente en el fondo de mares ó de inmensos lagos, para formar las capas horizontales, cuya composicion acabamos de determinar.

Por estas observaciones se puede conocer que los terrenos de nueva formacion se presentan en la direccion *a' b' c' d*, que puede considerarse como la línea divisoria del pais alto y bajo, y tambien que apoyándose estos terrenos en las pendientes de las colinas que sirven de límite al pais alto, cubren á la caliza cretácea, que desaparece hácia este límite, y buza mas ó menos profundamente bajo estos mismos terrenos, á los cuales sirve de base. Aunque la profundidad á que se encuentra la caliza cretácea es mayor en general cuanto mas se aparta al Nordeste del límite *a' b' c' d*, parece no obstante muy variable en una corta estension de terreno. Los sondeos ejecutados en Bethune prueban con efecto que los terrenos de nueva formacion solo tienen en aquel parage de setenta á ochenta pies de espesor, mientras que á dos leguas al Norte de esta ciudad la caliza llamada impropiamente marga en el pais, pues que la análisis química apenas ha descubierio en ella indicios de alúmina, está á mas de 200 pies bajo la superficie de la tierra, á pesar de hallarse esta casi á un mismo nivel con la de las inmediaciones de Bethune. Esta situaciou irregular de la caliza cretácea, relativamente á la superficie del terreno, se observa tambien hácia Lilers, Aire, Santomer, etc.; y debe advertirse que las desigualdades que hay en la parte superior del terreno cretáceo, no se presentan al esterior; pero en fin todo esto se concibe facilmente, si se reflexiona en la formacion de estos terrenos por capas horizontales.

Reconocida la disposicion geológica del departamento del Paso de Calés, se pueden comprender facilmente las razones que hay para buscar las aguas que encierra la creta en la direccion del límite *a' b' c' d*; porque como para descubrirlas es necesario taladrar las capas impermeables de arcilla colocadas en el contacto del terreno de nueva formacion con la superfi-

cie de la caliza cretácea, se infiere que en los parages donde comienza la interseccion de este terreno con los planos inclinados (ó las pendientes de las colinas de creta) de que se halla formado el pais alto, podemos estar casi seguros de encontrar esta caliza á poca profundidad, como lo confirma la esperiencia.

§. 6.

Pero no debemos creer, por lo que se acaba de decir, que no podrán encontrarse surtidores naturales, ó al menos aguas que se eleven hasta una cierta altura mas que en la direccion al Nordeste del límite *a' b' c' d*, pues que hallándose estas contenidas, como verémos despues, en las hendiduras de la caliza cretácea, resulta que pueden tambien hallarse en el fondo de los valles del pais alto. En el de Ternoise en Blengel (E. 2.) se hicieron en 1820 tres sondeos muy inmediatos unos á otros: el primero se profundizó hasta cincuenta pies, el segundo hasta ochenta, y el tercero hasta ciento diez. El primer agujero no dió agua: tampoco el segundo, que no pudo pasar de ochenta pies, porque los operarios poco diestros no supieron sacar la barrena que se les atascó en el pedernal; y el tercero, aunque á la profundidad de cien pies, tampoco daba esperanzas de agua: habiéndose continuado diez pies mas en una tierra azulada muy pegajosa, cuya parte inferior era amarillenta y margosa, se encontró agua, que subió hasta la superficie de la tierra. Es pues evidente que las aguas se elevaron en este caso, porque se les permitió atravesar la capa arcillosa que las tenia, digámoslo así, cautivas debajo de la masa caliza reconocida por tres sondeos sucesivos.

Debe empero advertirse que para encontrar aguas que se eleven en el pais alto, han de hacerse los trabajos de indagacion en el fondo de los valles formados por la accion de las aguas, porque si se hiciesen á mayor altura, aumentaria con ella la distancia que

hay entre la superficie á que se mantiene el agua estacionaria, y la de los trabajos del sondeo.

§. 7.

Por los perfiles que presentamos de los terrenos reconocidos en el departamento del paso de Calés en busca de aguas subterráneas, se puede conocer que deben continuarse los sondeos hasta la caliza cretácea, por ser la roca que las contiene esclusivamente. Son fáciles de comprender las razones que hay para ello, si reflexionamos en la situacion relativa de la caliza, y la comparamos con la de los terrenos de nueva formacion. Todos los perfiles de las estampas 3, 4, 5 y 6 prueban que tanto en el pais bajo, como en el alto, la creta se halla siempre cubierta por capas horizontales compuestas principalmente de una arcilla dura, compacta y homogénea que tiene la propiedad de ser muy impermeable al agua. Siempre que estas capas arcillosas se estiendan á una distancia grande, las aguas que esten debajo de ellas, se hallarán comprimidas, sin que tengan mas salida que la que pueda haber por la parte inferior. Mas segun la configuracion del terreno del departamento del Paso de Calés, las aguas que provienen de las lluvias, riberas y torrentes que corren en el pais alto, deben introducirse en las hendiduras de la caliza cretácea, la cual estendiéndose en todas direcciones, les facilita la filtracion por debajo de las capas de los terrenos mas modernos de que está cubierta. De aqui se sigue que si las aguas no tienen por donde salir en totalidad de las hendiduras que las contienen, debe permanecer una parte de ellas necesariamente, disminuyendo la velocidad primitiva de su curso, tanto mas, cuanto las capas horizontales de arcilla sobrepuestas á la caliza tengan mas estension, y los conductos por donde las aguas salgan á la superficie sean mas estrechos y esten mas lejanos. Es pues evidente en este caso que si se taladran las ca-

pas arcillosas, subirán las aguas desde el lugar donde ejercen la mayor presion contra las capas del terreno que las cubre, con una velocidad proporcional á esta presion, y se elevarán á una altura tanto mayor, cuanto mas pequeña sea la diferencia que haya entre la velocidad que adquieren en razon de la altura total del depósito, y la que tienen cuando salen á la superficie por los orificios naturales (1). En el caso de no tener velocidad alguna, como por ejemplo, si estaban detenidas en el fondo de una hoya, se elevarán entonces á una altura igual á la que haya entre los puntos por donde se filtran al seno de la tierra, y el parage por donde empiezan á subir. Ademas, para que estas aguas salgan á la superficie del terreno, es necesario que no puedan rezumarse por la parte inferior, ora en la caliza cretácea, ora en otras rocas; y asi debe haber terrenos compactos debajo de esta caliza, ó que su ma-

(1) La elevacion de las aguas obtenidas con la sonda del minero ó del fontanero se debe, como hemos manifestado, á la presion que ocasiona la filtracion de estas mismas aguas desde el nivel superior; presion cuyos efectos no se desenvuelven hasta el momento en que se quita el obstáculo. Pero no debe atribuirse esta elevacion á la causa que produce algunas veces los mismos efectos, haciendo subir á alturas mas ó menos considerables ciertas aguas minerales, porque en este caso proviene de varios gases producidos por la reaccion recíproca de diferentes sustancias minerales contenidas en el seno de la tierra. Se pueden leer sobre esto las interesantes observaciones de los ingenieros de minas, Puvis y Berthier, que se hallan en las memorias que han escrito sobre las aguas minerales de Vichy, é insertas en los Anales de minas de 1820. Estos ingenieros creen que la elevacion de las aguas sobre la superficie proviene de la presion que tanto á esta altura, como á gran profundidad, hace el gas ácido carbónico que se desenvuelve á proporcion que se va formando. Una causa análoga produce sin duda la elevacion del agua hirviendo de Geysler, uno de los mayores manantiales de Islandia, cuyos efectos son tan estraordinarios. (V. las memorias de química de Klaproth, tomo 1.°, páginas 309 y 349.)

sa inferior no tenga hendiduras, lo que se ha observado en muchos parages. Con efecto, numerosas observaciones hechas en diversos puntos, y particularmente en Valencienas y Mouchy-le-Preux, cerca de Arras, han dado á conocer terrenos arcillosos muy compactos debajo de la caliza cretácea, cuyos terrenos estan comprendidos en el tratado de geognosia del señor D'Aubuisson en la formacion cretácea, que consiste en Valencienas en una alternativa de capas de caliza y de arcilla (1). Estas arcillas son de formacion mas antigua

(1) La formacion de los terrenos secundarios de Valencienas, que cubre el terreno de carbon de piedra propiamente dicho, presenta, segun el señor D'Aubuisson (V. su Tratado de geognosia, tomo 2.°, pág. 370), el orden de capas siguiente:

TIERRA VEGETAL.

| | |
|---|---|
| Creta arenosa y margosa | 5 *metros.* |
| Creta verde (varios bancos) | 10 |
| Caliza cretácea (piedra de construccion) | 3 |
| Creta con silex negro | 15 |
| Arcilla azulada (*glaise*) | 2 |
| Creta grosera un poco margosa | 3 |
| Arcilla | 2 |
| Creta grosera | 3 |
| Arcilla plástica (*dief* en el pais) | 20 |
| Almendrilla, granos y fragmentos de silex con gluten calizo (*tourtias* del pais) | 2 |
| Espesor total | 65 *metros.* |

Los terrenos de Mouchy-le-Preux se diferencían algo de los de Valencienas; pero se observa que se componen como estos de capas arcillosas, sobre las cuales yacen inmediatamente bancos de caliza cretácea.

Hé aqui, segun el señor Bonnard, la composicion de estos terrenos.

Arcilla arenosa pardo-amarillenta . . . . . . . 6 *metros.*

que las que hay constantemente sobre la creta en bancos horizontales, y aunque parece que tienen caracteres casi idénticos á los de estas últimas, su situacion empero las asigna un lugar diferente en la edad relativa de las rocas, circunstancia que nó podria apreciarse con la sola consideracion de los caracteres mineralógicos.

Esta alternativa de capas arcillosas con la creta se prueba tambien con el perfil que presentamos en la estampa 6.ª; y aunque se suponga que la capa *a*, *b*, *c*, *d*, que se ha taladrado, sea muy margosa, no es menos cierto que tiene la propiedad de oponerse perfectamente al paso de las aguas contenidas en la caliza, que está inmediatamente debajo.

## §. 8.

Hemos dicho que en el departamento del paso de Calés se filtran las aguas desde el pais alto por las innumerables hendiduras que tiene la creta en todas direcciones, las cuales comunican entre sí, y facilitan el paso de estas mismas aguas á los terrenos del pais bajo. Para confirmar mas esta opinion, y probar que los surtidores naturales de las inmediaciones de Be-

| | |
|---|---|
| Creta margosa, buena para cal y para piedra de construccion | 40 *metros* |
| Marga arenosa mas agrisada | 6 |
| Bleux | 42 |
| Dieves | 52 |
| Tourtia | 1 40 |
| Tierra negra vitriólica y bituminosa | 4 60 |
| Pizarras y areniscas | 20 |
| Espesor total reconocido | 172 *metros.* |

En las cercanías de Londres se ha observado que las calizas cretáceas cubren casi siempre arcillas y arenas. Estas arcillas son las mas veces margosas, y algunas muy tenaces.

thune, Choques, Lilers etc., provienen del pais situado al Sudoeste de la línea punteada $a'$ $b'$ $c'$ $d'$, citarémos algunas esperiencias que hemos hecho en dos fuentes que hay en la plaza de armas de aquella ciudad, poco distante una de otra, y situadas en la direccion de una línea que pasase por dicha ciudad y la de San Pol.

Como nuestro objeto era determinar el curso de las aguas de estas fuentes, hicimos dar muchos golpes de embolo en las busas de la que está al Sudoeste de la segunda. El agua que salia tomó un color lechoso debido á las partículas calizas atraidás por la fuerza de aspiracion. Casi en el mismo instante apareció igual color en las aguas de la otra fuente, lo que no se hubiera verificado si ambos manantiales no hubiesen tenido comunicacion entre sí, y si su curso no hubiese sido de Sudoeste á Nordeste. Tambien hemos observado que si el orificio de la primera fuente se estrecha de manera que solo tenga el agua una pequeña salida, el volumen de la que arroja la segunda es en un tiempo igual mucho mayor que antes. Bastantes fuentes de Lilers, que tienen casi la misma situacion que estas, ofrecen resultados análogos; y asi se puede afirmar que el curso de las aguas subterráneas, de donde nacen estas fuentes, se dirige de Bethune, Lilers y Choques, hácia Sanvenant, Merville, etc.; y ademas que provienen de los terrenos situados al Sudoeste de la línea divisoria del pais alto y bajo. Los hundimientos que acaecen de tiempo en tiempo hácia Fiefs, Nedonchelles, etc., comunes del distrito de San Pol, cuya causa aun no se ha esplicado, son sin duda ocasionados por las filtraciones diarias de las aguas que surten á estas fuentes, filtraciones que á la larga producen efectos tan estraordinarios que no parecen proporcionados á la debil causa que se les atribuye; pero podemos comparar esta causa á la accion continua de una fuerza, cuyos efectos son al fin mayores que los de otra instantánea por grande que sea.

## §. 9.

Nos hemos detenido á describir circunstanciadamente la constitucion geológica del departamento del Paso de Calés, porque nos parece que este parage es uno de los mas dignos de examinarse, para adquirir ideas exactas de los surtidores naturales; mas para hacer ver que los hechos observados en él pueden generalizarse, advertirémos que las fuentes de esta clase formadas en las inmediaciones de Boston en América, se surten lo mismo que las del Paso de Calés de las aguas que provienen de la caliza cretácea; y que los trabajos ejecutados en Scheerness, en Inglaterra, en la confluencia del Medway y del Támesis, han probado tambien que existe á trescientos cincuenta pies de profundidad, debajo de los bancos arcillosos caliza cretácea que contiene aguas muy puras y muy claras (1). Al momento que se taladró en este sitio la

---

(1) En un reconocimiento geognóstico que hice de las cercanías de Bethune en el mes de agosto del año de 1827, me pareció haber observado el órden de capas que sigue, principiando por la superficie.

CANTERAS DE VERQUIN.

| | Pies castellanos. |
|---|---|
| Tierra vegetal. | 3 |
| Margas. | 6 |
| Arcilla roja. | 2 |
| Arenas amarillas. | 1 |
| Idem blancas. | $\frac{1}{2}$ |
| Idem amarillas. | $\frac{1}{2}$ |
| Idem blancas. | 1 |
| Idem amarillas. | $\frac{1}{2}$ |
| Idem blancas. | 1 |
| Arena pardusca. | 4 |
| Arenisca. | 15 |
| Total de pies castellanos. | $34\frac{1}{2}$ |

capa arcillosa que las comprimia, se elevaron á la altura de 344 pies; pero en seguida bajaron y se mantuvieron estacionarias á 120 pies de altura bajo la superficie de la tierra. Este ascenso provino sin duda de la oscilacion que hicieron las aguas, cuando se destruyó su presion contra las capas arcillosas sobrepuestas á la caliza; porque cualquiera de estos pozos puede considerarse como uno de los brazos de un sifon, siendo el otro las hendiduras subterráneas. El terreno, que se ha taladrado en Scheerness, pertenece á la clase de los terciarios, y tiene mucha analogía con los que cubren la caliza cretácea en el departamento del Paso de Calés, pues que se compone de arena de diversos colores, mezclada con tierra verde y silex rodado, de arcilla

---

Esta es la mayor profundidad reconocida por los canteros, que no habian llegado á ver la roca que está debajo de la arenisca; pero en dos pozos que se hicieron por entonces, uno en el patio de la cárcel de Bethune, y otro en Festubert á poco mas de una legua de dicha ciudad, se presentaron arcillas inmediatamente debajo de la arenisca, y encima de la creta. La corpulencia de las capas varía considerablemente de un lugar á otro; asi es que en el primer pozo que he citado, la de arenisca no pasaba de cinco pies.

CANTERAS DE NOEUX.

A una legua al S. de Bethune sube la caliza cretácea hasta la tierra vegetal, donde pude reconocerla á favor de las canteras que hay en ella; y con efecto vi que á la profundidad de unos cuarenta pies de la superficie mas alta, se halla ya el agua contenida en las innumerables hendiduras que tiene esta roca en todas direcciones. Antes de llegar al agua apenas se encuentran esparcidos en la masa algunos trozos de pedernal ahumado; pero despues aparecen en bancos bien distintos interpuestos á la creta. Esto basta para dar á conocer que el agua está realmente contenida en la creta, donde materias impermeables la tienen como aprisionada: con lo que se confirman las observaciones y teoría del señor Garnier. (*Nota del Traductor.*)

negruzca muy tenaz y semejante á algunas variedades de las que representan los perfiles de los terrenos de que hemos hablado. Esta arcilla suele estar mezclada con tierra verde, arena y algunas veces con piritas ferruginosas, como asi mismo con trozos de caliza, lo que sucede en Aire, cuya potencia está representada en la estampa 4.ª (capa 9.ª). Se ve pues que estos terrenos se asemejan mucho geológicamente, y que todas las aguas que se encuentran en ellos estan contenidas de una misma manera en la roca caliza cretácea, sobre la cual reposan las de nueva formacion que hemos descrito (1).

(1) El señor Hericart de Thury se ha servido darnos algunas noticias sobre las especies de terrenos reconocidos por los sondeos cerca de Paris en la barrera de Fontenebló, y en la fábrica de papel de Courtalin, cerca de Coulommiers, departamento del Sena y Marne. Estos sondeos son una prueba de que las aguas mas abundantes y mejores se hallan en la caliza cretácea, debajo de terrenos análogos á los que hemos descrito.

Por medio del taladro que se hizo en la fábrica de cerveza de la Maison Blanche, en la barrera de Fontenebló, se reconoció hasta la profundidad de 39 metros, 70 centímetros el órden de capas siguiente que cubren á la caliza cretácea de que está formada la hoya de Paris.

*Arcillas y arenas de la formacion de las arcillas.*

| | Metros. | Centímetros. |
|---|---|---|
| Tierra, arena y casquijo. | 3. | 82. |
| Margas espáticas | 0. | 81. |
| Margas con conchas marinas | 1. | 22. |
| Rocas | 0. | 65. |
| Banco alto | 0. | 65. |
| Bancos en que trabajan los canteros | 2. | 60. |
| Lamburdas | 3. | 41. |
| Gran banco conchero blanco | 2. | 53. |
| Gran conchero rojo | 2. | 08. |
| Banco conchero nacarado | 1. | 46. |
| Banco conchero verde | 1. | 11. |

§. 10.

Cuando se hacen sondeos para formar surtidores

*Margas calizas y formacion de calizas marinas.*

| | Metros. | Centímetros. |
|---|---|---|
| Arcilla azul. | 3. | 25. |
| Arcilla blanquecina. | 1. | 95. |
| Arcillosa verdosa. | 1. | 95. |
| Idem gris rojiza. | 1. | 62. |
| Idem gris. | 1. | 62. |
| Idem negra piritosa. | 0. | 97. |
| Banco gris negruzco piritoso. | 0. | 53. |
| Arena siliceo-arcillosa que alterna con venas de arcilla arenosa gris negruzca. | 7. | 47. |
| | 39. | 70. |

Inmediatamente debajo de todos estos terrenos está la grande formacion de la caliza cretácea, cuyo espesor es desconocido.

No bastando las aguas qne se encontraron en las capas arcillosas y reunieron en el fondo del pozo, cuya obra estaba apoyada en una fuerte cadena de madera colocada casi en medio de la última capa reconocida de arcilla negra piritosa, se trató de profundizar el sondeo hasta hallarlas en mas abundancia. Lo primero qne se atravesó fue un banco negro, arcillo-lapídeo y piritoso mny dnro de o metros, 33 centímetros de corpulencia. Al momento qne se pasó este banco, dice M. Hericart de Thnry, «la sonda se escapó de «las manos de los trabajadores, y se precipitó de pronto 7 metros, «47 centímetros de altnra, lo mismo que si hnbiese caido en nna hen«didura profnnda; y el no perderse toda fue acaso porque el manu«brio que sirve para hacerla girar, estaba pnesto en el anillo de la pri«mera espiga, y la contuvo en el fondo del pozo, sin cnyo obstáculo «hubiera probablemente caido á mayor profundidad, pnes qne han «asegurado los trabajadores: 1.° Qué cuando intentaron sacar la «sonda, les pareció que estaba en un vacio: 2.° Qne no se apo«yaba su estremo inferior en terreno firme ó sólido; y 3.° Qne te«nia un movimiento como si la agitase una fuerte corriente. Mu-

naturales suelen encontrarse manantiales considerables de agua que provienen de las capas que estan encima de la caliza cretácea; pero estas aguas, de un gusto y olor casi siempre desagradables, no son las que

« cho trabajo les costaba irla sacando, porque el agua subia y entorpecía las operaciones; y cuando ya estuvo fuera toda la sonda y libre el orificio del cofre, saltó de repente un volúmen considerable de agua, que subió no solamente al pozo y sobre las cabezas de los trabajadores, sino hasta cerca de 10 metros de mas altura, con tal fuerza y abundancia que costó mucho trabajo sacarlos y tuvieron que abandonar en el fondo del pozo sondas, espigas, instrumentos, herramientas y todos los escombros del sondeo.» . . . . . . . . . . . .

Si en lugar de buscar aguas centrales con los costosos trabajos hechos en la barrera de Fontenebló, se hubiese desde luego comenzado el sondeo á la superficie del terreno y seguido los procedimientos que describiremos en esta obra, no se hubieran espuesto los trabajadores á ningun peligro, las aguas de las busas hubieran sido siempre claras, y los gastos mucho menores que los hechos.

Estas aguas que se mantienen constantemente á 12 metros sobre la cadena que sirve de base á la obra, provienen, lo mismo que las que se buscan en otros paises y especialmente en los departamentos de la Somma, del Paso de Calés, y del Norte, de la caliza cretácea cubierta por las formaciones que hemos dado á conocer, y que solo difieren de las de la parte baja de Flandes en que en esta comarca no existe la gran formacion de margas calizas, y caliza marina; pero las formaciones arcillosas son absolutamente de la misma naturaleza.

Lo acaecido en la barrera de Fontenebló nos inclina á creer: 1.° Que las aguas que salen de las seis ó siete capas de arcilla situadas debajo de la formacion de caliza marina, provienen de una filtracion sucesiva al través de los terrenos sobrepuestos á estas mismas capas: 2.° Que es probable no tengan comunicacion con las que han subido á 10 metros sobre las cabezas de los trabajadores que estaban en el fondo del pozo, pues que estas primeras aguas se mantienen estacionarias á unos cinco metros sobre el fondo del pozo, el cual se ha profundizado hasta 32 varas bajo la superficie del suelo de la fábrica de cerveza; mientras que las aguas de la ca-

se buscan. Ademas la presion que sufren no es bastante para hacerlas llegar á la superficie, porque habiéndose filtrado simplemente al través de las capas horizontales de los terrenos de nueva formacion, no han bajado de parages altos, como sucede á las que estan contenidas en las hendiduras de la caliza cretácea. Por otra parte al penetrar estas aguas las capas de arcilla,

---

liza cretácea suben á mas de 10 metros sobre el fondo de este mismo pozo: 3.º Que si las aguas de la caliza se han encontrado en la capa de arena siliceo-arcillosa, es porque las pequeñas hendiduras que hay en la parte inferior de esta capa y en las cuales subió el agua haciendo nna presion contínua en su parte superior, se habrán estendido y prolongado por efecto de esta presion hasta el principio del banco gris negro-piritoso: que entonces las aguas de la caliza cretácea se habrán esparcido en la capa de arena arcillosa, y si no han pasado adelante ha sido porque el banco negro piritoso, contra el que hacian la presion, es impermeable.

Ademas, pues que las agnas que provienen de la caliza cretácea se mantienen á un nivel mas alto que las capas arcillosas, es de presumir que no solo estas no tienen comunicacion con las de la caliza, sino tambien que las capas arcillosas despues de haber tenido mil variaciones en sn posicion, aparecen sin duda á la superficie á una distancia indeterminada de la fábrica de cerveza; y qne en fin las aguas obtenidas en este último lugar procedentes de la caliza cretácea, solo se habrán repartido por las hendiduras qne existan mas allá de las crestas de las capas arcillosas, y no en éstas porque no las tiene. (V. lo que decimos sobre esto en el §. 16.)

En los sondeos hechos en la fábrica de papel de Conrtalin se ha reconocido la naturaleza de los terrenos hasta la profundidad de 44 metros.

Todas las capas taladradas hasta la profundidad de 27 metros estan compuestas de arenas, arcilla mas ó ménos dnra, y diferentes margas; debajo de estas mismas capas se ha encontrado una masa cretácea de 16 metros, dividida por pequeños bancos de silex ó de casquijo. Las aguas buscadas han subido en el momento que entró la sonda en la marga cretácea, y se elevaron hasta 1 metro 30 centímetros de la superficie del snelo. Esta fuente ha sido, pnes, formada en terrenos semejantes á aqnellos en que se deben buscar aguas subterráneas que han de subir á la superficie.

suelen encontrar grupos de piritas ferruginosas que las corrompen y hacen inútiles para todo uso. Por esta causa el objeto principal de las obras que se construyen al formar las fuentes ascendentes, es de impedir que tengan contacto tales aguas con las de la creta, las cuales son por lo comun muy sanas y ligeras, perfectamente cristalinas, y jamas se vicia su naturaleza. En las diferentes análisis químicas á que se han sujetado, solo se ha visto alguna corta cantidad de sales con base de cal, únicas que pueden alterarlas (1).

Aun cuando se supusiese que las aguas contenidas en los terrenos superiores á la caliza cretácea, fuesen puras y claras, no deberia ser esto un motivo para dejar de buscar las que se hallan en esta roca; porque como la velocidad de estas últimas disminuye mas y mas á causa de los obstáculos que encuentran al atravesar numerosas y á veces muy estensas hendiduras, estan por consiguiente mucho menos sujetas á la influencia atmosférica que las que provienen de parages poco distantes; y su volúmen disminuirá tanto ménos en tiempo de sequías cuanto mayor sea la profundidad de los terrenos en que se filtran.

§. 11.

Antes de dar fin á las observaciones que nos han

(1) En Abbevilla, departamento del Somma, hay varias fuentes de esta clase, cuyas aguas, así como las de muchos pozos y algunas fuentes naturales de la misma ciudad, han sido sometidas á la análisis química. Los resultados han hecho ver que hay en todas estas aguas carbonato y muriato de cal; pero las de los pozos y fuentes naturales contienen ademas una cierta cantidad de sulfato con base de cal. La presencia del sulfato es acaso debida á que estas últimas aguas no estan aisladas de los terrenos inmediatos como la de los surtidores naturales.

La cantidad mayor de carbonato de cal que se encuentra en todas estas aguas, es de 0.0004, y la de muriato 0.00015. El sulfato de cal de las de algunos pozos y fuentes naturales no pasa de 0.00035.

de servir para fijar los principios que deben guiar al fontanero sondeador, haremos observar que las rocas calizas situadas bajo terrenos de nueva formacion, son las únicas en que deben buscarse aguas subterráneas. Sabemos con efecto que basta que una capa permeable al agua esté contenida entre capas sensiblemente impermeables, para que se formen fuentes ascendentes, y de los hechos que hemos citado se puede inferir que si la capa permeable presenta crestas en los sitios altos que le permitan recibir las aguas esteriores de las lluvias, rios y torrentes; y que despues se propague entre las capas impermeables descendiendo á los sitios mas bajos, sin que puedan salirse las aguas, al menos en totalidad, bastará para obtener fuentes ascendentes, y algunas veces que llegan hasta la superficie del terreno, taladrar la capa superior impermeable, é impedir que se filtre el agua en las paredes del agujero por donde sube. Siendo estas las condiciones necesarias para obtener la fuentes, es facil concebir que la caliza cretácea es la única roca en que deben buscarse aguas subterráneas (1), por ser la que se en-

(1) Aunque decimos que la caliza cretácea es la única roca en que deben buscarse aguas subterráneas, no debemos inferir que no pueden hallarse en otras. Lo que queremos decir es que las indagaciones deben hacerse principalmente en estas calizas, porque suelen contener muchas hendiduras que dan paso á aguas puras y claras, y que estas indagaciones serian muy espuestas si se emprendiesen en terrenos que no tuviesen analogía con los colocados en la formacion general de las cretas.

El señor Gargan, ingeniero de minas, ha hecho un sondeo en Crentzwald, departamento de la Moselle, en una arenisca roja para llegar al terreno de carbon de piedra de la Sarre, distante dos leguas de allí.

En este sondeo se han taladrado 93 metros de arenisca rojiza, la mas desmoronadiza, y para contener las paredes del agujero se han introducido hasta la longitud de 50 metros tubos de hierro batido muy bien soldados.

A 60 metros de profundidad, sin que se notase cambio en el

cuentra contenida las mas veces entre capas arcillosas impermeables; porque presenta casi siempre en las partes mas elevadas del terreno crestas que buzan después indefinidamente en los lugares mas bajos; y porque está penetrada en todos sentidos de innumerables hendiduras donde se introduce el agua y circula con mucha facilidad. En confirmacion de lo que hemos dicho respecto de estas hendiduras, citaremos tambien las observaciones que nos ha comunicado el señor Inspector general de minas, Gillet de Laumont; quien al examinar las grutas de Rancoña, sitas en el departamento de la Carenta, ha reconocido que fueron sin duda formadas por dos arroyos llamados Bandiat y Tardoire, cuyas aguas se pierden en las hendiduras de las rocas calizas. Las escavaciones que han hecho estos arroyos comunican entre sí, y se puede caminar en ellas hasta dos leguas por debajo de tierra. Allí se encuentran corrientes que pueden mover molinos; grutas y cavernas inmensas llenas de estaláctitas y estalágmitas gigantescas, producidas por el agua que se filtra; y como ésta arrastra contínuamente partes calizas, las cavernas se hacen mayores y se verifican hundimientos considerables. Las aguas de estas grutas dan origen en un valle mas bajo, distante algunas leguas de allí, á muchos surtidores naturales que estan sobre

---

terreno, este agujero de sonda dió orígen á un surtidor natural que arroja por hora once metros cúbicos de agua.

Acaso las areniscas de donde salen estas aguas estan como las de Sheneken muy hendidas, pero pueden por otra parte estar contenidas entre capas impermeables, sobre lo que debemos advertir que se ha observado muchas veces que hay terrenos que sin ser arcillosos presentan una perfecta impermeabilidad al agua. En las calizas cretáceas, por ejemplo, se encuentran muchas veces capas perfectamente homogéneas y sin hendiduras, y que contienen otras capas interpuestas de la misma roca hendidas y llenas de agua: estas capas impermeables de caliza pueden producir surtidores naturales.

unos charcos formados por ellas; y á corta distancia aparecen ya al pie de un peñasco muy elevado donde nace la ribera de Touvres que á 2400 varas de su origen mueve 12 ó 15 ruedas hidráulicas de la magnífica fundicion de cañones de Ruelle cerca de Angulema. En el departamento del Paso de Calés se observa tambien otro hecho muy análogo á los que hemos citado, y consiste en que por la base del enorme tajo vertical del Cabo Blanc-nez, salen caños de agua con gran velocidad de las hendiduras calizas, y destruyen poco á poco la parte inferior. Es pues indudable que esta agua proviene de montañas lejanas; que se esparce despues en las innumerables hendiduras que las rocas calizas tienen en todas direcciones, y aparece á la superficie en Blanc-nez, porque se lo permite el tajo que acabamos de citar.

En muchos parages se ha observado que las aguas de que hablamos corren directamente al mar. Copiarémos sobre esto un pasage de la memoria interesante que M. Baillet, inspector divisionario del cuerpo real de minas, leyó á la Junta de fomento en el mes de febrero de 1822, sobre ciertos surtidores naturales descubiertos con la sonda en las cercanías de Abevilla.

«El surtidor natural de Noyelles de la costa, que acabamos de citar, ha sido formado en un campo destinado á pastos, que no tenia agua. A unas 17 varas de profundidad se encontró con la sonda la creta, y apareció una fuente abundante y de buena agua que al momento se elevó en las busas. Esta agua se recoge en una balsa á propósito para que sirva de abrevadero á los ganados. En la baja mar se mantiene ordinariamente el agua á dos varas bajo la superficie de la tierra; pero en el flujo sube casi hasta el nivel del terreno, y una válvula dispuesta convenientemente sobre el orificio de las busas, impide que retroceda y la conserva en la balsa cuando baja el mar en la bahía de la Somma.» En varios parages y principalmente en la costa de Francia desde Dieppe hasta Montreuil, se han ob-

servado diferentes hechos de esta naturaleza. El agua de muchas fuentes de esta costa solo sube á la superficie en la baja mar.

Estos hechos por singulares que parezcan pueden esplicarse facilmente, considerando que las aguas dulces se dirigen al mar á profundidades mas ó menos grandes con una cierta velocidad. Pero esta velocidad debe disminuir necesariamente cuando por efecto de las mareas se alza el nivel de las aguas del mar, porque la presion que hacen en los puntos por donde salen las aguas dulces, es entonces mayor, y por consiguiente deben subir en los tubos que las conducen á la superficie.

Muchas fuentes de Abevilla se hallan igualmente sometidas á la influencia de las mareas; pero sean las que quieran las variaciones que sufra su nivel, no dejan por eso de dar aguas dulces y perfectamente claras, porque las del mar en nada alteran su pureza.

## §. 12.

Cualquiera otra especie de roca que no sea la caliza, no puede presentar las mismas ventajas para buscar fuentes ascendentes; y asi no se deben hacer trabajos en los terrenos primitivos, tales como los granitos, los gneis, los pórfidos, las serpentinas, etc., pues presentan rocas de pocas hendiduras y estas de corta estension. La esperiencia prueba que las aguas que absorven estos terrenos corren en ellos á corta distancia de la parte superior por donde se han filtrado; pero en los calizos se propagan las hendiduras á grandes distancias, asi en la latitud como en profundidad, y las aguas pudiendo entonces circular facilmente, se esparcen por debajo de los valles cuyo fondo está casi siempre cubierto por terrenos de arcilla, arena, cantos rodados, etc. Tampoco se deben buscar aguas en los terrenos pizarrosos, porque las piritas ferruginosas que contienen se descomponen con facilidad,

y comunican al agua el olor y el gusto del gas hidrógeno sulfurado.

Aqui concluyen las observaciones y consecuencias que hemos deducido del estudio de algunos parages donde se han hecho fuentes ascendentes: ahora vamos á establecer los principios que deben guiar al fontanero sondeador en los trabajos que intente para buscar aguas subterráneas.

## CAPITULO SEGUNDO.

### EXAMEN DE LOS TERRENOS A PROPOSITO PARA FORMAR LAS FUENTES ASCENDENTES.

### §. 13.

Antes de comenzar los trabajos del sondeo en busca de aguas subterráneas, debe adquirirse un perfecto conocimiento de la disposicion superficial é interior del pais en que se han de formar fuentes, examinándolo en toda la estension posible: al mismo tiempo se recogerán todos los datos que puedan dar á conocer el enlace de este terreno con los que le rodean. Se recorrerá la superficie para ver si hay crestas de caliza cretácea en los parages mas altos, ó si la capa de tierra vegetal que la cubre es de poco espesor. Si apareciesen de estas crestas, se reconocerán los valles y se verá bien por medio de sondeos provisionales, ó por la sucesion de las capas cortadas por los pozos mas profundos del pais, si la caliza cretácea que sale á la superficie en los puntos mas altos, se estiende por debajo de los terrenos de acarreo que cubren ordinariamente el fondo de los valles. Si por este exámen se conoce que el pais es muy análogo á los que contienen fuentes ascendentes, podrá procederse entonces á la ejecucion de los trabajos. Los indicios que sirvan para emprenderlos presentarán en efecto terrenos á propósito para buscar aguas subterráneas, pues que ofre-

cerán, segun lo que hemos dicho en el capítulo anterior, todas las condiciones que exige el establecimiento de las fuentes ascendentes. Es imposible determinar *à priori* la altura que tendrán las aguas en los tubos ó busas que las separan de los terrenos que las rodean, porque depende de la diferencia que haya entre el punto por donde comienzan á filtrarse en la parte superior de las rocas calizas, y el parage por donde se las ha de hacer salir; y como la altura del primer punto sobre un plano horizontal dado es desconocida, solo podrán adquirirse sobre esto datos inciertos que dependerán siempre de la configuracion del suelo.

§. 14.

Haremos aqui una observacion importante, y es, que puede suceder que un agujero de sonda caiga sobre hendiduras que contengan aguas, y que sin embargo no se eleven estas mas que algunas varas, aun cuando las hendiduras esten siempre llenas, y que baje el agua de grandes alturas. Con efecto, si està puede tener salida á un valle inmediato mas profundo que el parage donde se ha hecho el sondeo, y el orificio es mas pequeño que las hendiduras, es evidente que se elevará en virtud de una presion que será la diferencia entre la que ejerceria contra la capa arcillosa si no tuviese salida, y proporcional á la altura total del agua del depósito, y la menos fuerte, debida á la velocidad que adquiere á causa de la salida que tenga á otro valle mas profundo. Tambien podria suceder que no se elevase en el agujero de sonda, lo que se verificaria si los conductos de salida del agua tuviesen las mismas dimensiones que las hendiduras, porque en este caso saldria por ellos toda el agua. De estas observaciones se debe inferir que hay mas seguridad de hallar surtidores naturales en paises análogos á los situados al nordeste de la línea punteada *a' b' c' d'* (Estampa 2.ª), en los cuales pueden estenderse las aguas á distancias

inmensas por debajo de las capas arcillosas sin encontrar salida, que en los paises poco estensos en donde pueden las aguas esparcirse por algunos valles inmediatos mas profundos que los puntos donde estan situados los trabajos. Con efecto, la velocidad que adquieren estas aguas por causa de su fácil salida, debilita necesariamente la presion que ejercerian, en razon de la altura de su caida, contra las capas impermeables sobrepuestas á las calizas cretáceas.

§. 15.

Aun cuando supongamos que los orificios naturales por donde puedan salir estas aguas tengan un diámetro muy pequeño, es posible no obstante sean infructuosas las indagaciones que se limiten á un solo taladro; lo cual no es una razon suficiente para perder la esperanza de obtener fuentes ascendentes. En efecto si la sonda llega á un parage en que las rocas calizas sean muy homogéneas, y no contengan en toda la estension del agujero hendiduras que den paso al agua, se verificará lo que hemos dicho. En el departamento del Paso de Calés se han presentado muchos casos de estos, de los cuales citarémos uno muy notable. Un propietario comenzó un sondeo en un arrabal de Bethune, y despues de haber taladrado de 60 á 70 pies de terrenos de nueva formacion y 30 pies de caliza, llegó á un manantial cuyas aguas subieron hasta la superficie de la tierra: otro propietario contiguo deseando tambien tener un surtidor natural, taladró hasta 70 pies de terrenos compuestos de arenas y arcilla gris llena de piritas; encontró la caliza á la misma profundidad que el anterior, y siguió en ella el sondeo hasta 105 pies: á continuacion se le presentaron terrenos de naturaleza varia; y aunque llegó el taladro á 175 pies, no pudo conseguir el tener agua. Desanimado, y sin poder esplicar la anomalia que notaba entre ambos terrenos, cuyos caractéres eran los mismos, abandonó enteramente los trabajos.

§. 16.

Este ejemplo prueba suficientemente que la causa de no haber podido conseguir agua á 175 pies de profundidad casi en el mismo lugar donde se habia obtenido á mucha menos, fue el haber encontrado una caliza homogénea y sin hendiduras. Sin embargo, continuando el taladro se hubiera encontrado acaso una capa arcillosa, ó al menos sensiblemente impermeable, y debajo aguas que se habrian elevado hasta la superficie de la tierra.

Pero debe notarse que estas aguas provendrian de parages mas distantes que las otras, pues que en el supuesto de haberlas debajo de esta capa arcillosa, seria porque los bancos calizos cubiertos por ella recibirian las aguas de las lluvias, avenidas etc., por efecto de la favorable situacion de sus crestas. Como la capa arcillosa de que hablamos puede bajar de lugares altos y estenderse por debajo de uno ó muchos valles, es evidente que las aguas que esten bajo de ella solo podrán provenir de la caliza en que reposa, y no de la que está encima, porque la arcilla por su impermeabilidad no la dejaria pasar. Esto es tanto mas probable cuanto los sondeos hechos en Blengel (V. las estampas 2 y 6) han dado á conocer que toda la masa de la caliza cretácea *f g h k*, no contenia agua, y solo se hallaba esta en la union de la capa arcillosa *a b c d*, con otra caliza que está debajo. Es pues evidente que esta agua no podia tener comunicacion con el terreno superior, porque la capa arcillosa *a b c d*, que acaso se estiende á una grande distancia, y sube insensiblemente hasta el lugar en que la caliza que está inmediatamente debajo aparece á la superficie, se opondria á que el agua refluyese en la masa *f g h k*.

§. 17.

En general siempre que se encuentre caliza cretácea muy homogénea, se debe profundizar la sonda hasta que se observe alguna variacion en su naturaleza, porque la esperiencia ha hecho ver que las aguas subterráneas se hallan las mas veces en el contacto de dos terrenos sobrepuestos. Esta sobreposicion debe efectivamente facilitar la filtracion á causa de los huecos y hendiduras que produce, á que debe tambien atribuirse el aumento que se nota en el volúmen del agua cuando se llega á la union de capas calizas con pequeños bancos de silex. Por esta causa cuando despues de haber taladrado algunos pies de caliza cretácea, se encuentra agua que puede elevarse á la superficie del terreno, hay una grande probabilidad de que se aumentará su volúmen si profundizando mas se da en bancos de cantos análogos á los representados en las estampas 3, 4, 5 y 6.

§. 18.

En fin, todo pais que no presente los caracteres geológicos que hemos espuesto en ambos capítulos, no es á propósito para buscar aguas subterráneas, pues que los terrenos de que se componga no presentarán capas permeables al agua, contenidas entre otras sensiblemente impermeables.

## CAPITULO III.

### DESCRIPCION DE LA SONDA DEL FONTANERO.

§. 19.

Cuando se examinan los caños de agua que salen á veces de la profundidad de 300 pies, y que pasan pa-

ra llegar á la superficie por tubos de madera introducidos en toda esta longitud; cuando se piensa en las dificultades que debe haber con frecuencia para taladrar con la sonda terrenos de un espesor tan considerable; no se puede dejar de conocer que para vencerlas se necesita una estremada exactitud, asi en los trabajos del sondeo, como en la introduccion de los cofres que sirven para contener las masas de arena suelta que se encuentran contínuamente al tiempo de hacer el taladro.

Para facilitar la introduccion de estos cofres en las capas sobrepuestas á la caliza cretácea, es menester que los taladros se hagan con mucha regularidad, y que su eje sea sobre todo perfectamente vertical. Antes de esplicar los medios que deben emplearse al efecto, describiremos detalladamente todas las partes de la barrena y de los instrumentos que se emplean para taladrar los terrenos de que hemos hablado en los dos capítulos anteriores.

## §. 20.

La sonda que usa el fontanero se compone lo mismo que la del minero de tres partes principales, á saber, cabeza, espiga y herramientas. Consta ademas de otras muchas piezas que se llaman accesorias.

## §. 21.

La cabeza se compone de una barra cuadrangular de hierro de 7 pies (1) de largo, y de una pulgada y cinco líneas de lado. En una de sus estremidades hay un anillo *a b c* (fig. 9, Estampa 7.), y en la otra una horquilla de la forma y dimensiones que es-

---

(1) Todas las medidas que se espresarán en lo sucesivo serán castellanas. (*Nota del Traductor.*)

presan las fig. 9 y 10. Esta cabeza no es indispensable, pues como veremos despues, cuando hay necesidad de alargar la sonda, basta suspender la parte superior de una de las barras al clavo giratorio que se ata á la maroma, y por la parte inferior ajustarla á la espiga con tuercas y pasadores. Ademas, cuando se quiere sacar toda la sonda es preciso desarmar sucesivamente sus partes; y como siempre hay que atar á la cuerda de la máquina las barras que quedan colgadas en el agujero antes de sacarlas, se sigue que es inútil la cabeza de la sonda.

§. 22.

La espiga se compone de un número indeterminado de barras que tienen, lo mismo que la cabeza, una pulgada y cinco líneas de lado, y diez á doce pies de longitud comprendidas las horquillas machos y hembras que hay en ambos cabos. En las fig. 11 y 12, Estampa 7, hemos representado una de estas barras vista por dos caras. Como sus partes superior é inferior tienen la misma figura, podrán unirse unas á otras con tornillos y tuercas sin que haya necesidad de darles un lugar determinado. Las fig. 13 y 14 representan dos barras unidas, é indican los parages respectivos de las tuercas y tornillos que las sujetan.

Estas barras tienen comunmente de 10 á 12 pies de longitud para que puedan ser transportadas con facilidad de una parte á otra; pero si hubiesen de servir siempre en los mismos lugares, convendria que tuviesen de 15 á 18 pies de largo para ahorrar tiempo en el sondeo, y economizar los gastos de construccion del instrumento, que ascienden tanto mas cuanto mayor es el número de empalmes que tiene.

Las caras de los empalmes donde estan las cabezas de los pasadores y las tuercas, rematan ordinariamente en líneas rectas; pero es mejor que sean curvas como se ve en las fig. 121, 124 y 125, Estampa 20, que

representan los machos y hembras de un empalme en escala mayor que la Estampa 7. Esta curvatura proviene de que la lengua de carpa con que se abren los agujeros, no hace mas que separar hácia los lados las fibras del hierro sin cortarlas, y de consiguiente tienen las barras despues de esta operacion casi tanta resistencia como antes. Para que los pasadores no se muevan debe dárseles una forma análoga á la de las figuras 126 y 127, Estampa 20. Estos pasadores son cilíndricos desde *t* hasta *e*, y terminan en dos biseles que exigen, no tan solamente que el macho de un empalme, fig. 123, tenga agujeros cilíndricos como en *n*, *m*, sino tambien que los de la hembra sean diferentes en ambas caras, y tengan la forma que representan las fig. 124 y 125. Aunque lo mas comun es sujetar las barras con dos pasadores, seria conveniente ponerles tres si ha de tener la sonda la solidez necesaria para resistir grandes esfuerzos; y ademas deben ser las barras perfectamente iguales, procurando limarlas si estan defectuosas.

## §. 23.

Cuando ya estan unidas la cabeza y las barras se suspenden á la maroma de una cabria ú otra máquina á propósito por medio del anillo *a b c*, fig. 15, que remata en una espiga que atraviesa una pieza de hierro que tiene la forma de estribo, á la cual se ajustan, como si fuese la hembra de un empalme, las barras con uno ó dos clavos. Esta pieza representada en plano en la fig. 17, gira sobre su eje por medio de un clavo *p q*, fig. 15, y para que el movimiento de rotacion se efectue facilmente, conviene soldar dos redondelas pequeñas de acero *g o*, y *p q*, fig. 15; la *g o* á la pieza *d e f*, y la *p q* á la cabeza del clavo *p n q*. Sin esta precaucion cuando la maroma está muy tirante giraria con grande dificultad, y como debe necesariamente destorcerse al mover el manubrio, esto

es, al introducir la sonda, es claro que cuanta mas resistencia tenga que vencer para ponerse en su estado natural, tanto mas fácilmente se destruirá.

§. 24.

Suspendida ya la sonda á la maroma *g*, fig. 15 y 16, se hace uso comunmente para darla el movimiento de rotacion de un manubrio de madera, que por bien que se construya se inutiliza al cabo de algun tiempo; porque los golpes que se dan contínuamente á la cuña que sirve para apretar la espiga de la sonda en el agujero del manubrio, lo hienden al fin. Asi pues es preferible construirlo de hierro para que tenga mas resistencia. Las fig. 18 y 19 de la Estampa 7 representan el manubrio con un agujero en *a b*, para que entre la espiga de la sonda que despues se coloca en la parte rectangular *o n*. Una cuña de madera, figura 19, que entra por el plano inclinado *f q*, fig. 18 y 19, la mantiene allí de un modo invariable. La longitud total del manubrio debe ser de siete pies poco mas ó menos para que otros tantos trabajadores puedan moverlo y sacar las herramientas que estuviesen muy atascadas.

Si cuando se halla la sonda á mucha profundidad fuese necesario atravesar rocas duras y tenaces, seria indispensable hacerla obrar por percusion, en cuyo caso debe reemplazarse el manubrio de que acabamos de hablar con otro de madera que tenga cuatro brazos; pero como todos ellos no pueden hacer parte de una misma pieza, se ajustan dos al cuerpo del manubrio por cuatro fajas de hierro cruzadas dos á dos en ángulo recto, y se aseguran con tornillos y tuercas. Asi estas fajas, como el cuerpo del manubrio, estan atravesadas por una espiga de hierro cuadrangular de una pulgada y cinco líneas de lado, y de unos cuatro pies de longitud, la que se coloca de modo que el manubrio no varíe de posicion. La par-

te superior de la espiga, cuya longitud es de un pie poco mas ó menos, entra en el hueco de un anillo, y remata en una cabeza de clavo semejante á la *p q*, fig. 15, para que el manubrio pueda girar fácilmente sin que el anillo participe de su movimiento. La parte inferior de la espiga, esto es, la que está bajo el cuerpo del manubrio, concluye en la hembra de un empalme que se puede unir á las barras de la sonda. Con este manubrio se puede hacer obrar á la barrena facilísimamente, como veremos despues, y se acelera mucho el trabajo. Nosotros hemos hecho construir bastantes manubrios de esta clase, dando siempre á la parte de en medio, que es la mas gruesa, cuatro pulgadas y media de lado, y un pie, una pulgada y seis líneas de longitud. El largo de los brazos no debe pasar de veinte y dos á veinte y siete pulgadas, pues que estos manubrios no sirven para comunicar movimiento de rotacion á la espiga de la sonda.

§. 25.

Las herramientas que se colocan en la parte inferior de la espiga, son muy variadas; pero todas se pueden reducir á cinco clases, segun las capas de terrenos que se encuentran mas generalmente al formar las fuentes ascendentes.

En la primera estan comprendidas las que sirven para taladrar capas de tierra vegetal y algunas arcillas poco pegajosas.

En la segunda las que se usan para las capas muy arcillosas y compactas, y las masas de creta que contienen las aguas que se buscan.

La tercera abraza las que sirven para atravesar las capas de cantos rodados, que se encuentran muchas veces con regularidad en los terrenos que cubren á las rocas cretáceas, y para sacar dichos cantos.

La cuarta las que atacan las areniscas y otras rocas tenaces que se encuentran accidentalmente, y que

es necesario taladrar, cuando su tamaño no permite hacerlas pedazos.

En fin, la quinta contiene las que se usan para penetrar capas de arena suelta, cuyas moléculas no tienen union entre sí, ó es tan debil que sería imposible sacarlas con los instrumentos de la primera clase.

Aunque hemos procurado colocar en las estampas estas herramientas por el orden que acabamos de establecer; como hay muchas que suelen servir en terrenos diferentes, es claro que no ha podido ser el orden tan rigoroso como hubieramos deseado; pero este pequeño inconveniente en nada perjudica á la claridad con que cuidarémos de hacer la descripcion de dichos instrumentos.

### PRIMERA CLASE.

### *Barrenas.*

### §. 26.

Las barrenas, que son las herramientas de la primera clase, aunque varian en sus dimensiones, tienen en general la misma forma. Las mas pequeñas son comunmente de cuatro pulgadas y seis líneas de diámetro, y las mas grandes de quince á diez y seis. La que está representada en plano perfil y alzado en las figuras 22, 23 y 24 (Est. 8.), tiene ocho pulgadas de diámetro. Las barrenas mas grandes suelen estar sujetas en la parte superior por tres aros de hierro, para que las materias terrosas que se introducen en ellas, no las ensanchen, y por consiguiente las destruyan. Estas herramientas se hacen de hierro batido muy grueso; y á veces se cubre con lo mismo la parte de arriba, para que el agua no pueda desleir y hacer caer en el fondo del agujero las tierras que recogen. Las barrenas se emplean en la tierra vegetal y en las arcillas terrosas y poco unidas; y como las hay de diferentes

dimensiones, se hace uso de unas despues de otras, hasta que el agujero tiene el diámetro conveniente. Estos instrumentos hacen al mismo tiempo el oficio de cucharas; pues que con ellos se sacan las tierras que han removido.

Es muy frecuente hacer uso al comenzar el sondeo de barrenas cónicas, como las que se ven en plano y alzado en la fig. 128, 129 y 130 de la Est. 20, formadas por muchas piezas de hierro batido, y sujetas con clavos remachados. La pieza principal *d* es casi toda de acero, y se fija á la parte *c* con clavos de cabeza perdida, y tuercas colocadas dentro de las barrenas. Despues de haberse servido de estas, se hace uso de otras cilíndricas de diámetro un poco mayor.

Es dificil construir bien las barrenas cónicas, y cuestan caras. Las representadas en las figuras 128, 129 y 130, deben pesar veinte y seis kilogramas (1), y cuestan lo menos ochenta francos. En fin volveremos á tratar del precio de estas barrenas, cuando lo hagamos del coste general de la sonda.

SEGUNDA CLASE.

## *Herramientas para las arcillas plásticas.*

### §. 27.

Cuando las arcillas son mas duras ó mas pegajosas, se substituye á las barrenas descritas otras semejantes á las que representan las figuras 25, 26 y 27, Est. 8, cuyo diámetro varia desde tres pulgadas hasta cuatro y seis líneas. Si el taladro formado por una de estas barrenas es bastante regular, se hace uso de las que

(1) El kilograma equivale á 2 libras, 2 onzas y 12 $\frac{9667}{31259}$ adarmes de España.

tienen la forma y dimensiones de las figuras 28, 29 y 30, cuyo diámetro depende de la naturaleza de los terrenos que hay que atravesar; pero en general no pasa de seis pulgadas y nueve líneas. A estas sigue el instrumento que se ve en las fig. 31, 32 y 33 de forma á propósito para taladrar las arcillas con facilidad, pues cuando se le da vueltas, estando introducido en ellas, las divide y deshace de tal manera que se pegan no solamente á las dos partes *a b*, llenando muchas veces el hueco, sino tambien al rededor de la espiga *c d*. Los fontaneros hacen mucho uso de este instrumento (1).

---

(1) Creo que podria usarse con utilidad para las arcillas pegajosas un instrumento que consistiese en un tubo cilíndrico de hierro de seis pies de longitud, y de un diámetro menor que el del agujero de la sonda. Este tubo deberia estar abierto por el estremo inferior y cerrado por el superior, en el qué se le pondria un gran peso y una manilla para atar á ella una cuerda. Por dos lados opuestos del diámetro tendria una abertura longitudinal que corriese todo el tubo menos tres pulgadas á cada estremo. Dentro de este tubo deberia colocarse un cilindro sólido de hierro, que entrase holgadamente, con una abertura en la parte superior, en la que se introduciria un pasador de hierro horizontal, que saliese por las aberturas del tubo de tal modo, que pudiendo el cilindro interior correr con facilidad, jamas se escapase y permaneciesen unidas ambas piezas. En la parte inferior del cilindro sólido deberia colocarse á tornillo la herramienta, que podria consistir en un cono truncado hueco y bien afilada la circunferencia de la base. Colocando este instrumento sobre las arcillas con solo levantar con una cuerda el tubo cilíndrico, y dejándolo caer repetidas veces sobre la herramienta, esta se introduciria poco á poco en la arcilla, y cuando ya estuviese llena, bastaria tirar fuertemente de la cuerda para sacar todo el instrumento, y ademas un cono de arcilla casi igual á la capacidad de la herramienta. Este instrumento ahorraria mucho tiempo, porque no se necesita para su manejo mas que una cuerda, la cual se saca é introduce con mas facilidad qué la espiga de la sonda. Tambien creo que seria aplicable á la mayor parte de las operaciones

Tambien suelen emplearse en las calizas cretáceas barrenas semejantes á las que acabamos de describir, cuyo diámetro varía desde dos pulgadas y diez líneas, hasta seis pulgadas y nueve líneas; pero debe cuidarse que tengan su mayor diámetro en la union de la parte cilíndrica con la rosca; y como esta parte es la que sufre mas rozamiento, conviene que sea de acero. Desde dicha union deben las barrenas disminuir poco á poco de diámetro hasta la espiga, para que puedan manejarse con facilidad en el agujero. El plano de la rosca debe tener una cierta inclinacion, porque si fuese casi horizontal se atascaría la barrena fácilmente, y costaría mucho trabajo sacarla.

§. 28.

Si se hallasen arenas debajo de capas arcillosas, como en el terreno que representa la Estampa 5, seria necesario para atravesarlas valerse de cofres, cuya construccion esplicarémos en el capítulo siguiente; pero como antes de llegar á dichas arenas han de pasar aquellos por terrenos compactos, deberá hacerse uso para facilitar su introduccion de un instrumento *m n*, casi de la misma forma que el anterior, y de 14 á 15 pulgadas de diámetro. Los cuatro brazos *a*, *b*, *c*, *d*, de que se compone, estan formados por superficies gauchas fáciles de construir, segun las proyecciones horizontales y verticales que hemos representado en las fig. 34, 35 y 36 de la Est. 8. El diámetro de este instrumento es mayor que el lado del cofre que se ha de introducir, á fin de que pueda remover y arrancar la arcilla en un diámetro casi igual á un circulo circunscrito al cofre; su manejo consiste en hacerlo bajar

---

en que se mueve la sonda en sentido vertical con solo variar la figura de la herramienta; pero todavia no se ha probado. (*Nota del Traductor.*)

por la diagonal del cofre, y despues se le introduce facilmente en la capa arcillosa, comunicándole con la espiga de la sonda un movimiento de rotacion. Para subirlo se tira de la cuerda á que está atada la sonda, despues se hace girar el instrumento hasta colocarlo en la situacion que tenia cuando bajaba, y como la cuerda está siempre muy tirante, al punto que dicho instrumento se halla en el plano de la diagonal del cofre, sale facilmente. Cuando llega á la superficie lleva comunmente poca arcilla; pero como la deja caer al fondo del agujero, es muy fácil sacarla con los instrumentos ya descritos: de este modo pues se abre paso á los cofres por las capas arcillosas.

Hay ocasiones en que despues de haber servido el instrumento de corazon, fig. 31, 32 y 33, y antes de emplear el que acabamos de dar á conocer, se hace uso del representado en las fig. 37, 38 y 39 de la Est. 9, que está terminado en una lengua de serpiente. Las dos últimas figuras indican los perfiles hechos en *a b*, y *b' c*.

TERCERA CLASE.

*Atrevido, y doble tirabuzon.*

§. 30.

Cuando se encuentran bancos de cantos hay necesidad para atravesarlos de emplear otros instrumentos: si los cantos estan unidos unos con otros se hace uso del atrevido, representado en las fig. 40, 41 y 42. El plano figura 42 está dispuesto segun la línea *m n*, y la fig. 41 lo representa, visto por la *g h*. A este instrumento se le dan dimensiones bastante grandes, para que pueda vencer cuantas dificultades encuentre. Al sacarlo caen los cantos en el agujero que ha hecho; pero hallándose entonces menos unidos que antes, se puede introducir entre ellos el doble tirabuzon, fig. 41,

y sacarlos. Estos cantos suelen interponerse á veces en los brazos de la herramienta, en cuyo caso no bastan cuatro trabajadores para mover el manubrio, y es menester, para desatascarla, levantar la espiga suavemente, volviendo entre tanto el manubrio alternativamente á uno y otro lado, y despues se afloja poco á poco la cuerda. Por este medio se desprende casi siempre el instrumento, y se rompen los cantos que lo rodean: otras veces se les hace pedazos antes de introducir el doble tirabuzon con uno de los cinceles representados en las fig. (46, 47, 48) (49, 50) (51, 52).

En algunas ocasiones se sustituye al doble tirabuzon uno sencillo; pero es menester que la rosca tenga al menos una pulgada y dos líneas de grueso, para que cuando esté atascado se pueda sacar sin torcerlo; debiéndose advertir que en ambos deben ser los brazos enteramente de acero.

CUARTA CLASE.

*Cinceles.*

§. 31.

La cuarta clase comprende todos los cinceles que acabamos de indicar, cuyo uso es para atacar las materias tenaces, pues cuando estan bien templados pueden taladrar los mármoles, las areniscas, los pedernales, etc. Para que estas herramientas tengan bastante resistencia, es necesario que los planos en que rematan no formen un ángulo muy agudo. Los cinceles son de dos clases, á saber: sencillos, ó dobles y cruzados: aquellos hacen un agujero menos cilíndrico que estos, pero no ocasionan tantos gastos. La figura 45 representa uno de los cruzados de forma cilíndrica, cuya estremidad inferior tiene cuatro caras unidas dos á dos en la direccion de las aristas, que se cortan en ángulo recto. Ademas de la ventaja que tienen estos cin-

celes de hacer un taladro mas regular que los sencillos, no se atascan como estos; pero ambos inconvenientes podrian evitarse, dando á los sencillos una forma cilíndrica, y terminándolos en bisel. El modo de hacer uso ventajosamente de estos instrumentos consiste en levantar primero la espiga de la sonda á que estan unidos, y soltarla en seguida; pero cuidando de hacerla volver hasta un sesto de circunferencia por medio del manubrio; hecho esto se levanta y se deja caer de nuevo, hasta reducir á polvo la roca. Este trabajo se concluye tanto mas pronto, cuanto mayor es el número de golpes; pero hay el inconveniente de que cuando estos se multiplican demasiado, fatiga mucho á los operarios que estan en el manubrio, y tienen que descansar con mucha frecuencia. Cuando el agujero es muy profundo, y no pueden continuar esta maniobra, se valen de una palanca que pasa al traves de una pieza de madera vertical colocada cerca de dicho agujero, y con uno de sus brazos se levanta la espiga por medio de un anillo que se adapta á ella, sostenido con cuñas en una posicion fija. Pero como el número de golpes disminuye cuando el peso de la sonda es considerable, porque entonces es necesario que uno de los brazos de la palanca sea muy grande, relativamente á la distancia que separa de la sonda su punto de suspension; se hace el trabajo con mucha lentitud, y aun se necesita emplear otros medios que darémos á conocer en el capítulo IV de esta obra, los cuales hacen el trabajo menos incómodo, y abrevian mucho las operaciones del sondeo. Estos medios son sencillos y fáciles de practicar, y con ellos se maneja la sonda, aunque esté muy profunda y haya rocas muy estensas y muy duras.

Hay ocasiones en que con cinceles muy obtusos se rompen enteramente las piedras que se encuentran, si no tienen mucho volumen, ó se las taladra del modo que acabamos de indicar. Mas si se presentasen algunas en que hubiese necesidad de hacer una aber-

tura igual al hueco del cofre que habria de introducirse despues, sería menester valerse de cinceles de varios diámetros terminados por dos chaflanes, que formasen una especie de V. Estos cinceles obrarian solamente por la parte superior de los chaflanes, porque el vértice del ángulo estaría siempre en el agujero formado por los mas pequeños. Tambien se podria hacer uso de un instrumento compuesto de un cilindro de hierro de cuatro pulgadas y seis líneas de diámetro, y de dos pies y tres pulgadas de largo. En su parte superior habria una espiga para unirlo á la barra de la sonda: hácia la mitad del cilindro deberian salir dos planchas de hierro en forma de alas, terminadas por una línea horizontal que entrase en una muesca abierta en medio de la cabeza de dos cinceles asegurados contra las alas con tornillos y tuercas. Como los cinceles estarian colocados á dos lados del cilindro de hierro, formarian un agujero de trece pulgadas y seis líneas, suponiendo que cada uno tuviese cuatro pulgadas y seis líneas de diámetro. El cilindro deberia prolongarse por debajo de los cinceles, á fin de que entrase en el agujero ya formado, que deberia ser bastante profundo, para que no se pudiese salir de él al tiempo de mover la espiga de la sonda. Como apenas ha habido necesidad de emplear este instrumento, no lo hemos dibujado; y es una prueba de que sin su auxilio pueden romperse las rocas mas tenaces, el no construirse de esta clase. Sin embargo, hemos creido que convenia indicar este medio estraordinario de atravesar rocas de grandes dimensiones.

§. 32.

Algunas veces al aproximarse á la caliza cretácea se da en arcillas bastante difíciles de romper, en cuyo caso se hace uso de los instrumentos llamados trépanos. Los que se emplean comunmente estan representados en alzado, perfil y plano por las figuras (53, 54)

(55, 56) (57, 58, 59). Despues de haber hecho con ellos un agujero de diámetro igual al suyo, es menester valerse de los instrumentos que se ven en las figuras (23, 25, 26) (28, 29, 30) de la estampa 8, cuyas dimensiones son un poco mayores para poder agrandar el agujero, y darle un diámetro conveniente. Tambien se emplea el trépano en las calizas cretáceas duras y homogéneas, en cuyo caso no es menester ensanchar el agujero que formen, porque los cofres y las busas jamas llegan á estas rocas, segun verémos despues.

Como el efecto que los trépanos representados por las figuras 57, 58 y 59, estampa 9, cuyo diámetro varia desde tres pulgadas y media á ocho, causan en las calizas cretáceas, es, digámoslo asi, mordiéndolas, no pueden obrar con tanta prontitud como el instrumento de las fig. 131 y 132, estampa 20, que se llama trépano listado.

Para construirlo se toma una plancha de hierro de unas cuatro pulgadas y media de ancho, y dos pies de largo, y se forja de manera que remate segun la direccion de dos aristas longitudinales, en dos biseles opuestos y reunidos por la parte inferior. En seguida se estiende una barra de acero hasta darla la forma de una larga y gruesa hoja de cuchillo, y se dobla por un rebajo que se hace en la mitad de la cara opuesta á la arista cortante que se ha forjado, hasta que las dos partes de esta hoja puedan aplicarse á los estremos longitudinales de la plancha de hierro, de que se compone el cuerpo del instrumento. La estremidad inferior de esta plancha está abierta, para que pueda introducirse en ella el vértice del ángulo que forman las dos partes forjadas de la barra de acero. Se suelda en seguida el todo, y para que el instrumento tome la forma espiral, se calienta hasta el rojo en *d o'*, despues se le coloca y sujeta horizontalmente en un tornillo de cerragero por la parte *m g*, fig. 120, Est. 20; y por último se va torciendo desde *n* hasta *d* por medio de una fuerte barra, que tiene en su mitad una

abertura rectangular, donde entra la parte *p q*, y de este modo se hace tomar á la *d o* dicha forma espiral.

Como esta herramienta es dificil de ejecutar, y como ademas es preciso tomar muchas precauciones para que el acero no se hienda, debe emplearse tan solamente cuando las calizas cretáceas son puras y homogéneas, porque una vez maltratada no se puede componer, sino enderezándola y torciéndola de nuevo, cuyas operaciones deterioran mucho el acero.

Este instrumento por su forma obra de un modo análogo á las barrenas; y asi es necesario que la superficie espiral forme un ángulo bastante abierto con un plano horizontal, pues de este modo se atascará menos, y los trabajadores podrán manejarlo mas facilmente.

Cuando el agujero de sonda ha llegado á una cierta profundidad, sucede con frecuencia que caen en el fondo partículas terrosas y lapídeas desprendidas de sus paredes, en cuyo caso es preciso dejar el agujero perfectamente cilíndrico, cuya precaucion es mas necesaria, si se sustituye á las busas de madera tubos de hierro batido, cuyo diámetro es mucho menor. Para conseguirlo se hace uso del instrumento representado en plano y alzado por las fig. 60, 61 y 62, Est. 9. Este instrumento, cuyo diámetro va disminuyendo desde la línea *a b* hasta la *c d*, fig. 60, está compuesto de planos, que por su diferente inclinacion forman seis aristas salientes y otros tantos ángulos entrantes. Las aristas salientes que rematan en la pequeña pirámide exaedra *c g d*, parte inferior de la herramienta, obran sucesivamente contra las paredes del agujero, hacen desaparecer sus desigualdades, y le dan una forma á propósito para contener los tubos cilíndricos de hierro, que se han de introducir en él.

§. 33.

Cuando los terrenos son duros, y no contienen

agua, debe cuidarse de humedecer de tiempo en tiempo el fondo del agujero, para que los instrumentos no se calienten; pues si no se tuviese esta precaucion, se destemplarían y destruirían muy facilmente.

§. 34.

En el caso de que las materias desleidas por el agua que se vierte en el agujero de sonda no puedan sacarse ni con la barrena, ni con el instrumento de las fig. 25, 26 y 27, Est. 8, se hará uso de una cuchara que solo difiere de la barrena, en que en lugar de estar abierta de alto á bajo, solo lo está desde cinco pulgadas y media para arriba.

Harémos aqui mencion de un instrumento, que aunque no está comprendido en el número de los que sirven para atravesar los terrenos que cubren las aguas que se buscan, nos parece conveniente darlo á conocer. Con él se puede apreciar bien la naturaleza de las aguas que se encuentran á niveles diferentes, porque tiene la ventaja de llevarlas á la superficie, sin que se mezclen con las que estan encima.

Este instrumento que las fig. 133 y 134, Est. 20, representan en perfil y alzado, es de cobre, de forma cilíndrica, y sus estremidades superior é inferior son superficies esféricas. Está compuesto de cinco partes designadas por las letras *a*, *n*, *m*, *p*, *q*. La parte *a* es un cilindro de cobre de dos líneas y media de grueso, y de dos pulgadas de diámetro. La parte *n* tiene encima un anillo de hierro ó de cobre, para suspender este instrumento á una cuerda. Cada una de las dos partes *p* y *q* tiene una válvula muy ligera, cuya cola que se mueve en un travesaño horizontal de cobre está atornillada á los estremos del cilindro *a*. Como las partes *n* y *m* que las cubren tienen muchos agujeros, es evidente que cuando empiece á bajar el instrumento, se introducirá el agua por ellos, y por las válvulas que se levantarán al mismo tiempo, y

permanecerán abiertas mientras que baja el cilindro, dando libre paso al agua, para que se introduzca en él; pero si se tira ó contiene la cuerda á que está suspendido, se cierran las dos válvulas, é impiden la salida al agua que hay dentro, y por consiguiente se puede subir á la superficie para examinarla.

### QUINTA CLASE.

### *Descripcion de dos instrumentos.*

### §. 35.

Dos son los instrumentos que comprendemos en esta quinta clase, y de ellos el segundo solo ha sido usado en Calés por el señor Bellonnet, oficial de ingenieros de mucho mérito, á quien se encargó la formacion de una fuente en la ciudadela de aquella ciudad. Este instrumento de su invencion, y sobre el cual ha tenido á bien comunicarnos interesantes noticias, asi como sobre otros muchos objetos, le ha servido para atravesar masas de arena suelta de ciento cincuenta pies de espesor (1).

(1) Los trabajos de sondeo emprendidos en la ciudadela de Calés se han continuado hasta la profundidad de 395 pies en terrenos de arena, arcilla y creta. Estas arenas de 150 pies de espesor, cubren capas arcillosas de 80 pies, bajo las cuales hay masas calizas de un grueso desconocido, á pesar de haberse profundizado en ella hasta unos 160 pies. A los 300 de la superficie se descubrieron manantiales, cuyas aguas se elevaron, y mantienen constantemente á 290 pies de altura total. El nivel de las aguas salobres encontradas sobre la creta al taladrar el terreno, ha estado siempre á cinco pies y dos pulgadas bajo las de aquella roca. Estas últimas han conservado siempre, contra toda esperanza, un grado tal de salumbre qne las hace inútiles para beber; por lo que algunos creen que las aguas salobres tienen comunicacion con las de la creta. Sin embargo, la diferencia de nivel que hay entre estas y las de las capas arcillosas pue-

Cuando las arenas que se encuentran estan mezcladas con tierra, y sus moléculas tienen poca union, se emplea para sacarlas el instrumento representado en alzado y perfil por las fig. 63 y 65, Est. 10. Su forma es la de un embudo de hierro batido, que está atravesado en su mitad por una espiga *a b. c*, que remata en

---

de hacernos dudar que sea asi. Ademas no es imposible á pesar de cuantas precanciones ha tomado el señor Bellounet para evitar toda comunicaciou entre las aguas salobres y las de la caliza, que se filtren las primeras por alguna raja muy pequeña que tenga la busa, se mezcleu con las de la creta, y que la difereucia del uivel que hay entre ambas, se compense con la diferencia de su peso específico.

Considerados artísticamente los trabajos de la fueute de Calés merecerán siempre ser citados, y á uo haberse seguido cou una perseverancia tan grande, es de creer que se hubiesen abandonado á vista de las infinitas dificultades que ofrecia la presion de una masa tan considerable de areua, como la que se atravesó. Uu poco antes de llegar á las arcillas compactas la parte inferior de una de las caras del cofre que se introducia, se dobló y fue repelida hácia el iuterior del mismo cofre por alguna piedra de los terrenos adyacentes que se habria salido de su lugar primitivo, y fue uecesario rebajar dicha cara para poder en caso de necesidad introducir nuevos cofres deutro del primero, cuyo trabajo retardó cerca de uu mes la coutiuuacion del sondeo.

Para cortar las astillas de madera que se habian formado en uua de las tablas del cofre, siu emplear mas fuerza que la que directamente pudiesen hacer los trabajadores ocupados en la souda, á cuya estremidad se habia colocado una cuchilla en forma de trapecio, de igual latitud á la del cofre, hizo añadir á la espiga el señor Bellonnet varias piezas de madera de un volumen tal que pudiese tener uu peso especifico casi igual al del agua salobre que llenaba el interior del cofre. Por este medio se levautaba la espiga á uua altura desde donde los trabajadores la pudiesen hacer bajar rápidamente, y sin emplear otra fuerza que la de sus brazos. Asi se consiguió veucer el obstáculo que hemos referido, y se coutinuó profundizando el agujero hasta los manantiales de la creta.

Todo lo contenido en esta uota se enteuderá facilmente despues de haber leido el capítulo 4.º

espiral. En la parte superior y dentro del cono *e a o* hay un círculo de hierro *g h*, al cual se sujeta el asa *m p n*, unida en *p* á la espiga *a b c*. Introduciendo este instrumento en el fondo del agujero, se pueden sacar las materias, cuyas moléculas tienen tan poca coherencia que no pueden estraerlas las barrenas.

Cuando estas arenas son, digámoslo asi, fluidas, se hace uso del instrumento, cuyo plano y perfil estan representados por las fig. 66 y 67. En Calés se ha echado mano de él, cuando no se han podido vencer con los instrumentos que hemos descrito las dificultades que han presentado capas de arenas atravesadas ya en un espesor de cien pies. (La fig. 2.ª, Est. 3, representa el perfil del terreno de la ciudadela de Calés hasta la profundidad de unos 160 pies).

Este instrumento se compone de una caja de hierro rectangular *a b c d*, en la cual hay un cilindro *l n k h* tambien de hierro, fijo de un modo invariable á la caja por las piezas *g g g g*, y por otras semejantes colocadas en un plano perpendicular al que contienen las que se ven en el perfil, fig. 67.

La espiga de la sonda se mueve facilmente en el cilindro *l n k h*, que pasa por medio de una abertura circular *g o*, hecha en las dos asas unidas á la caja *a b c d*, como lo indican las fig. 66 y 67. En derredor de la parte de la sonda contenida en el cilindro se arrolla una superficie espiral *o p q r*, terminada por otra análoga *x y z*, que produce el efecto de una lengua de serpiente. En la parte superior de la espiga de la herramienta se coloca un anillo *m' n'*, cuyo objeto es impedir que esta espiga se introduzca debajo de la abertura *g' o'*. El cilindro *l n k h* es mas largo que la caja rectangular *a b c d*, para que la superficie espiral no pueda salir de ella, cuando el anillo *m' n'* se halla en *g' o'*.

A la caja *a b c d* se pone un fondo movible *b r c*, que se une á ella por las líneas proyectadas en *q'* y en *r'*, aplicándolo contra las láminas de hierro *v' x'* fijas

á las cuatro caras de esta caja. Todas las partes del instrumento estan aseguradas con tuercas y tornillos colocados en los cuatro ángulos *f f f f*.

Una rodaja de cuero *h' h'*, sostenida en un pequeño círculo de hierro *a' a'*, adaptada al cilindro y al fondo de la caja, sirve para impedir que las arenas salgan por la abertura circular que hay entre el fondo *b r c*, y el cilindro *l n k h*. Esta abertura es necesaria para que el fondo movible pueda salir por los puntos *n k* del cilindro.

Para hacer uso de semejante instrumento se le introduce en el cofre de manera que la parte *n k* repose en la superficie de la arena. Volviendo entonces la espiga de la sonda se la obliga á introducirse en ella, mientras que la caja no tiene movimiento alguno porque la espiga no está fija á ella. Cuando el anillo *m' n'* ha llegado á *g' o'*, se hace facilmente y por esta sola vez una presion sobre las asas *k' k'* y *l' l'* por medio del anillo, con hacer girar la espiga de la sonda. Esta presion, aunque no es muy grande, es sin embargo suficiente para que baje el instrnmento, sin que se hundan las asas, hasta que la parte cilíndrica situada debajo de la caja rectangular *a b c d* esté introducida en la arena á la altura de *r k*. Colocada la caja en una posicion fija se levanta la espiga de la sonda, hasta que la parte superior de la superficie espiral haya llegado á *g' o'*, y como aquella está siempre en posicion invariable, pues que la espiga se mueve con facilidad en la abertura circular *g' o'*, baja entonces la arena de la superficie espiral, y cae en los huecos *d' d' d' d'* colocados al rededor del cilindro *l n h k*. En seguida se vuelve á bajar la espiga de la sonda, y haciendo lo mismo que antes, se saca segunda vez por medio de la superficie espiral la arena que ha cogido de nuevo en el agujero que ha formado, el cual se llena inmediatamente. Segun el tamaño que tiene la caja bastan para llenarla dos descensos de la espiga, y cuando no cabe en ella mas arena, se saca y vacia por debajo, qui-

tándole las tuercas *t t*, y el fondo movible *b r c*.

La principal ventaja que presenta este instrumento es que saca de cada vez cerca de dos pies cúbicos de arena, mientras que seria necesario bajar y subir tres veces el de las figuras 63 y 65 para sacar igual cantidad. Sin embargo el instrumento que acabamos de describir no seria útil si las moléculas de la arena estuviesen algo unidas, porque entónces no se llenaría el agujero formado al primer descenso de la espiga, ni la superficie espiral causaria ningun efecto.

El señor Gargan que ha dirigido el sondeo de que hemos hablado en la nota del §. 11, se ha servido con buen éxito para sacar las arenas que escombraban el agujero de sonda, de una cuchara cilíndrica cerrada por una válvula y atada á una cuerda de siete á ocho líneas de diámetro, con la que se subia y bajaba en menos de cinco minutos á unos trescientos y cincuenta pies, cuando hubiera sido necesario mas de una hora para tener el mismo resultado con la sonda (1).

El cilindro de que está formada esta cuchara es de hoja de lata soldada con estaño, tiene cinco pies y dos pulgadas de largo, y cuatro pulgadas de diámetro. La parte inferior está reforzada con un anillo de hierro que tiene una válvula de lo mismo con una cola que sirve de charnela que gira al rededor de un clavo horizontal remachado contra el cilindro. A esta cuchara se pone ademas por la parte superior una espiga de cinco á seis pies para aumentar su peso. Cuando se halla en el fondo del agujero se levanta ocho á nueve pies, y se la deja caer de pronto. Repitiendo esta operacion muchas veces antes de sacar la cuchara, se abre la válvula, y parte del cilindro se llena de arena.

(1) Es el mismo efecto que se obtendria acaso con el instrumento que he descrito en la nota al §. 27 para las arcillas plásticas, y que creo tambien á propósito para las arenas con solo mudarle la herramienta. (*Nota del Traductor.*)

Nosotros hemos hecho uso aunque en circunstancias muy diferentes, de una cuchara análoga á la que acabamos de describir para continuar profundizando un agujero de sonda. Los terrenos que teníamos que atravesar no eran arenas sueltas, sino que por el contrario se componian de capas de caliza durísima de estructura cristalina. Despues de haber hecho obrar por percusion tres cuartos de hora el cincel colocado á la estremidad de la espiga de la sonda, nos valíamos de una cuchara cilíndrica con válvula que sacaba muy bien, y en forma de papilla, las partículas que el cincel habia arrancado de la roca caliza.

§. 36.

Las partes accesorias de la sonda son los estribos, el manubrio, la mano giratoria, la barra de rotacion, la llave de suspension, el instrumento para vaciar las barrenas, y los que sirven para sacar las barras de la sonda que se rompen dentro de los agujeros. Como ya hemos hablado de los estribos y del manubrio, solo lo haremos ahora de las demas piezas accesorias.

§. 37.

La mano giratoria representada por la figura 69 se usa poco, porque el manubrio hace casi siempre sus funciones. Sin embargo si hay grandes dificultades para hacer girar la sonda, como sucede cuando el tirabuzon está atascado y detenido en los cantos, se puede hacer uso de este instrumento, que como tiene un brazo mas largo que el manubrio, produce mayor efecto con igual potencia. Se compone de una barra de hierro con uno de sus estremos encorvado de modo que forme una abertura *a b c d* del mismo ancho *b c* que la espiga de la sonda. Debe cuidarse al comunicar un movimiento de rotacion á este instrumento de mantener un poco inclinada la parte *m n* re-

lativamente al eje de la sonda para que no pueda resbalarse por él.

Cuando al bajar ó subir la sonda se encuentra algun obstáculo en el camino, debe hacerse uso de dos llaves de forma casi semejante á la mano giratoria, figura 69; pero cuyas dimensiones son mas pequeñas. El brazo mas largo tiene un pie y nueve pulgadas, poco mas ó ménos, el mas corto tres pulgadas y cuatro líneas, y el grueso de seis á siete líneas. Se hace uso de estas llaves introduciendo la espiga de la sonda en su abertura rectangular, y asi se puede volver y levantar la espiga como se quiera.

§. 38.

La barra de rotacion es una pieza de madera que se introduce en el anillo de la cabeza de la sonda: suele usarse al principio del sondeo, pero el manubrio hace sus veces con ventaja.

§. 39.

La llave de suspension, figura 70, sirve para suspender la sonda en el agujero. La abertura circular *a b* tiene por objeto recibir un gancho al que se ata un cabo de una cuerda, y el otro á un punto fijo, como por ejemplo al falconete de un aparejo. La espiga queda entonces colgada á causa de la abertura rectangular *g h* de la llave; pues que el plano *n o p r* está inclinado relativamente á la espiga. Es por consiguiente facil su uso para desarmar las barras de la sonda, pero veremos despues que puede hacerse lo mismo con el manubrio.

§. 40.

No se puede prescindir en un gran sondeo de los instrumentos llamados arranca-sondas; y es necesario tenerlos casi todos para poder ya con unos, ya con

otros sacar del fondo de los agujeros las sondas rotas. Si la rotura se ha hecho inmediatamente encima del empalme, se baja un arranca-sonda, dispuesto de tal modo que se pueda enredar en él la espiga, se tira despues de la cuerda, y ya no puede salirse porque lo impide la parte del empalme que está encima. Si se ha roto una barra por medio, de modo que no haya empalme que asegure el arranca-sonda, se emplea otro que obrando á manera de terraja transforme, digamoslo asi, en tornillo la parte superior de la espiga.

## §. 41.

El primer arranca-sonda representado en plano y alzado por las figuras 72, 73, solo puede usarse cuando la espiga se ha roto en el hueco de los cofres, á causa del gran diámetro de la curva *a b o*, situada á la estremidad del brazo *c d*. El modo de servirse de este instrumento consiste en colocarlo al fin de la última barra de la espiga, y bajarlo con la cuerda hasta el parage en que se le ha de hacer obrar. Se hace girar entonces poco á poco la parte de la sonda unida á la cuerda, con cuyo movimiento la espiga rota se introduce por la abertura *a m*, en la curva *a b o*, y se coloca en la parte *p q*. En este estado se tira de la cuerda, y como la curva *a b o* está un poco inclinada respecto del brazo *c d*, se verifica un rozamiento, tanto mayor entre la espiga rota y esta curva, cuanto mas tirante está la cuerda, y cuanto mayor es el ángulo que el brazo *c d* forma con la espiga.

Sin embargo, como esta inclinacion ocasiona un rozamiento capaz de romper la espiga de la sonda, creemos sería preferible que el instrumento obrase verticalmente. En este caso la parte *a*, *b*, *c*, figura 72, estampa 10, debería ser perpendicular á la línea *d*, y pues que solo se usa esta herramienta para coger la espiga por debajo del empalme cerca del cual se supone que está la superficie de la rotura, es consiguiente que al

levantarla debe detenerse en dicho empalme, y en este caso tirando de la sonda saldrá todo á la superficie.

Cuando las espigas estan poco atascadas se pueden sacar con la cábria y la maroma; pero si han caido algunos cantos de la parte superior del agujero, no basta entonces esta última. Mas adelante esplicarémos un escelente medio de sacar las espigas rotas, á no ser que la resistencia á desatascarse sea mayor que la que oponen á romperse las barras mismas de la sonda.

§. 42.

Cuando la espiga se rompe en los pedernales de la caliza cretácea, como sucedió en uno de los sondeos de Blengel, de que hemos hablado en la primera parte de esta obra, no puede servir el instrumento precedente, porque el agujero que se hace en esta caliza bajo las busas, no tiene mas que tres pulgadas y cinco líneas de diámetro; pero se hace uso entonces del representado en las figuras 74 y 75, compuesto de una espiga y de una pieza de hierro en forma de media argolla, movible al rededor del eje *a b*, que por sufrir mucho rozamiento permanece en la posicion inclinada que se le dá. Despues de haber bajado este instrumento al fondo del agujero, se procura (con tanteos repetidos) hacer entrar la espiga rota en la parte *c d*: cuando está introducida se tira de la cuerda, y como por la tension que tiene la parte de la espiga cogida se inclina mas y mas la pieza *g p q*, ésta se apega, por decirlo asi, á las barras rotas, tanto mas fuertemente cuanto mayor es su inclinacion.

§. 43.

El arranca-sonda espiral que se ve en la figura 76, tiene la forma de un tirabuzon. Su parte interior es un poco cónica, á fin de que la espiga de sonda rota pueda introducirse en ella con facilidad. Este instrumento está revestido de dos superficies curvas reu-

nidas por una arista *a b*, que hacen entre sí un ángulo obtuso.

Introducido en la parte superior de la espiga de la sonda se le da un movimiento de rotacion, y traza en ella una pequeña superficie espiral; pero como en esta herramienta es muy grande el paso del tornillo, ó lo que viene á ser lo mismo, como la arista interior *a b* tiene poca inclinacion al horizonte, podria suceder que resbalase y abandonase la espiga de la sonda, si se necesitaba un esfuerzo grande para sacarla. No obstante esto se emplea en muchos casos ventajosísimamente.

## §. 44.

El instrumento de la figura 77, llamado campana de terraja, es sin contradiccion, cuando está bien construido, el mejor de todos los arranca-sondas. Su interior es cónico, de acero y tiene abiertos filetes de tornillos triangulares *a b c*, cuyo paso que debe ser al menos de dos lineas y media, está destinado á sujetar la espiga rota cuando se comunica á esta herramienta un movimiento de torsion.

Antes de servirse de ella es menester cuidar de untar toda su superficie interior con aceite ú otro cuerpo graso para que pueda obrar bien sobre la espiga, pues de lo contrario no trazaria la rosca que debe formar, y se embotaria el acero en el hierro. Tambien debe procurarse que los trabajadores den vuelta al manubrio con suavidad, y que le hagan describir una parte cualquiera de circunferencia de una sola vez, esto es, que no deben volver el manubrio atras y adelante, porque como los filetes de la campana hacen su efecto del mismo modo que las terrajas, acaso no se volverian á colocar exáctamente en el paso de la rosca que habian bosquejado, y entonces se destruirian los filetes principiados, y no se podria sacar la sonda.

Sujeta ya la campana á la espiga es casi imposible dejar de sacarla, pues basta reflexionar en lo que su-

cede cuando una tuerca ajusta un tornillo para apreciar la resistencia prodigiosa de este arranca-sonda. En tal caso sería necesario para que todos los filetes de la tuerca se deshiciesen ó resbalasen, que la fuerza fuese tal que arrancase todas las moléculas de hierro de una superficie cuya latitud fuese igual á la base del filete del tornillo, y la longitud al desarrollo de la parte de la rosca comprendida en la tuerca. Pero es cierto que la espiga del pasador en cuya estremidad está el tornillo, se romperia infaliblemente antes que deshacerse los filetes, porque la fuerza que se necesita para esto es mucho mayor que la que se opone á que se rompa ó tuerza la espiga del pasador; y con efecto jamas se han visto, al ménos si las tuercas y tornillos estan bien hechos, que se destruyan los filetes, cuando por el contrario no es raro que se rompan los tornillos en la union con las tuercas. Es verdad que cuando se hace uso de la campana de terraja los filetes formados en la espiga de la sonda solo existen, por decirlo asi, en los cuatro ángulos, porque esta espiga es cuadrada; pero no es menos cierto que su fuerza es capaz de vencer la resistencia que se oponga á la salida de la sonda.

## §. 45.

Como el coste que exige la construccion de una sonda depende del valor del acero, hierro, carbon de piedra, precio de los jornales, etc., que no son unos mismos en toda la Francia, solo podremos calcularlo aqui aproximadamente; y en su consecuencia supondremos tomando un término medio, que 100 kilogramas de hierro cuestan 70 francos; el kilograma de acero de Hungria, 2 francos, 20 centésimas; que un herrero cuesta al dia 3 francos, 50 centésimas; un ayudante de herrero 1 franco, 50 centésimas; y un hectolitro (1) de car-

(1) El hectolitro equivale á una fanega, nueve celemines, dos y medio cuartillos españoles aproximadamente. (*Nota del Traductor.*)

bon de piedra 3 francos, 30 centésimas. Con estos datos podrá calcularse el coste de una sonda de 340 pies de longitud del modo siguiente:

| | Francos. | Centésimas. |
|---|---|---|
| 1.º Veinte barras de 17 pies de largo, y una pulgada y cinco líneas de lado con los correspondientes machos y hembras á sus estremos para empalmarlas, y de unos 40 kilogramas de peso, á razon de 1 franco y 60 centésimas el kilograma, importan.......................... | 1.280 | |
| Como las barras al salir de las forjas no estan enteramente concluidas, sino que es necesario trabajarlas de nuevo para igualarlas y quitarlas las grietas, suponemos que es necesario, bien sea para forjar los machos y hembras, bien para unirlas y hacer los tres pasadores y las tuercas, dos dias de trabajo de un maestro herrero con su ayudante, y de un limador; como asi mismo un hectolitro de carbon de piedra. Tambien debe tenerse en consideracion la merma del hierro, y la ganancia del gefe de la fábrica donde se construye la sonda. | | |
| 2.º Diez pasadores con sus tuercas destinados á reemplazar los que se inutilizan, y que pesa cada uno (un pasador y una tuerca se consideran como una sola pieza) cero kilograma, 29, costarán á razon de 3 francos, 50 céntesimas el kilograma. | 10 | 15 |
| (El coste de todos los instrumentos | | |

:

ó herramientas que hemos descrito bien forjados, limados y con su espiga que remate en el macho de un empalme, se puede suponer por término medio á 4 francos el kilograma.)

3.° El estribo con clavo giratorio que sirve para atar á la sonda la maroma del aparejo, de 7 kilogramas de peso........................ 28

4.° Barrena cónica de 13 pulgadas y 4 líneas de diámetro esterior con peso de 24 kilogramas........ 96

Esta barrena debe contener 3 kilogramas de acero y 21 de hierro; para forjar y arreglar las piezas que la componen, es necesario emplear tres jornales de herrero y ayudante, ocho de limador, y hectolitro y medio de carbon de piedra.

5.° Barrena cilíndrica de 10 pulgadas de diámetro, y de 15 kilogramas de peso........................ 60

6.° Barrena de 2 pulgadas y 4 líneas de diámetro de 7 kilogramas de peso........................ 28

7.° Barrena de 4 pulgadas y 8 líneas, de 10 kilogramas............ 40

8.° Barrena que acaba en punta (figuras 28, 29 y 30) de 3 pulgadas, 6 líneas de diámetro, y de 6 kilogramas........................ 24

9.° Barrena de la misma forma de 8 pulgadas de diámetro y de 10 kilogramas........................ 40

10.° El atrevido (figuras 40, 41 y 42) de 3 pulgadas, 6 líneas de diámetro, de 5 kilogramas, y 50 centésimas........................ 22

11.° Tirabuzon de 3 pulgadas, 6 líneas de diámetro, y de 10 kilogramas........................ 40

12.° Cincel sencillo que abre un agujero de 3 pulgadas, 6 líneas de diámetro, y de 10 kilogramas........ 40

13.° Cincel cuadrangular (figuras 49, 50, 51 y 52) de las mismas dimensiones y peso que el anterior. 40

14.° Trépano listado ó en espiral (figuras 131 y 132, estampa 20) de 4 pulgadas y 8 líneas de diámetro, y de 8 kilogramas............ 32

15.° Idem de 6 pulgadas, 9 líneas de diámetro, y de 10 kilogramas........................ 40

16.° Trépano de hoja (figuras 57, 58, 59) de 4 pulgadas, 8 líneas, y de 5 kilogramas............ 20

17.° Arranca-sonda (figura 76) de 3 pulgadas, 6 líneas de diámetro, y de 7 kilogramas............ 28

18.° Arranca-sonda ó campana de terraja (figura 77) de 8 kilogramas........................ 32

19.° Chabeta de hierro ó acero sin templar, para sostener la sonda en el manubrio, de un kilograma..... 4

20.° Llave de tuercas de 2 kilogramas........................ 8

21.° Llave ó carcel para manejar la sonda de 2 kilogramas, 50 centésimas........................ 10

22.° Manubrio de hierro de 23 kilogramas........................ 92

| | |
|---|---|
| 2.014 | 15 |

Con una sonda asi se puede profundizar hasta 340

pies, introducir en las arenas cofres de trece pulgadas, cuatro líneas de diámetro esterior, taladrar arcillas hasta un diámetro de 7 pulgadas, 10 líneas, y calizas cretáceas hasta el de 4 pulgadas y 7 líneas.

No nos ha parecido necesario incluir en el presupuesto anterior todos los instrumentos que hemos descrito, pues los que no se mencionan se necesitan tan solamente en un sondeo que presente dificultades muy grandes. Si solo hubiese que atravesar terrenos arcillosos y cretáceos, bastará tener ademas de las barras de la sonda las herramientas ó instrumentos de los números 7, 8, 11, 14, 17, 19, 20, 21 y 22, cuyo coste asciende á 1558 francos.

§. 46.

Habiendo ya descrito detalladamente todos los instrumentos de que se vale el fontanero sondeador, bien sea para atravesar los terrenos, bien para mover la sonda en el agujero, ó bien para sacarla cuando se rompa, solo nos resta en este capítulo dar á conocer los aparejos de que se vale para hacerla obrar.

§. 47.

El que se emplea mas comunmente está representado en las Estampas 11, 12 y 13, por las fig. 80, 85 y 86: en las dos últimas lo está en alzado y visto por las líneas punteadas *m n g h*, trazadas en la Estampa 12 que manifiesta en plano la parte inferior de la máquina. El árbol de madera *a b*, abierto en la parte superior como se ve en *c d e f*, Estampa 13, fig. 86, tiene ordinariamente de 25 á 27 pies de alto: sobre las dos caras *c d* y *e f* (debe atenderse á la vez á las dos Estampas 11 y 13) estan colocados otros dos maderos *c g* y *f h*, que sirven para sostener el eje de una rueda *n q r s*, que tiene regularmente 4 pies de diámetro. En las fig. 80, 81 y 86 se ve bien como está sos-

tenida esta rueda por las cuatro piezas *c g*, *f m*, *g' h'*, *o k*; y las fig. 80 y 81 presentan ademas en alzado y plano las dos pequeñas poleas *n' n'* unidas á las piezas transversales *g' h'* y *o k*, y á los cojinetes *m' m' m' m'*, que impiden á la maroma salirse del carril de la rueda. Como todas las partes de este aparejo se pueden ver en la esplicacion de las Estampas al fin del tomo, no nos detendremos mas sobre ellas.

Cuando se trata de dar mas solidez á esta máquina, y de que la sonda obre á mayor distancia del árbol, se substituye á las dos piezas de madera *c g* y *f m*, fig. 86, una armazon, Estampa 14, colocada sobre un árbol *a b* que remata en el cono *c d*. En la pieza *m' n'* hay dos poleas por las cuales pasa la maroma *e f g*: uno de los cabos de esta maroma se enrolla en un molinete *h h*, y el otro sostiene la pieza de madera *m n*, ó directamente la espiga de la sonda. La armazon *m' n'* está asegurada por las dos tornapuntas *p* y *q*, que descansan en el madero *s t*. Dos trabajadores colocados en las palancas *a'* y *b'* del molinete *h h*, tiran ó aflojan la maroma *e f g*, segun se necesita.

## §. 48.

Como muchas veces estan situadas las aguas subterráneas que se buscan á mas de trescientos pies de profundidad, es preciso echar mano para poder vencer los obstáculos que puedan presentarse, de una sonda compuesta de espigas parciales que tengan lo menos 17 líneas de lado, y de una maza de cabria, cuyas piezas deben estar colocadas de tal manera que los trabajadores puedan comunicar fácilmente un movimiento de rotacion á los brazos del manubrio. Esta cabria es muy diferente de los dos aparejos que hemos esplicado en el párrafo anterior, y por lo mismo nos parece conveniente dar una descripcion completa de ella, y estampar á continuacion el presupuesto de su coste.

La maza de cabria que representan en plano, perfil y alzado las figuras 88, 94 y 97, Estampas 15, 16 y 17, se compone de una pieza principal *a a*, fig. 88, que se llama solera, de la cual salen otras dos piezas horizontales *b b*, *b b* (unas mismas letras indican en estas Estampas los mismos objetos) que van á parar á un pequeño travesaño *c c* tambien horizontal, y hacen parte de otra pieza *d d*. Estas piezas sirven para sostener por medio de una mortaja la escala de la cabria. Sobre la solera se apoyan cuatro largueros inclinados *t n*, *g g*, *h h*, é *i i*, dos de ellos *t n* y *g g* se reunen á la pieza *j j* que sostiene á la *k k*. Las dimensiones de la pieza *j j*, conocida con el nombre de cabeza de la cabria, deben ser mayores en los parajes en que los largueros *t n* y *g g* se juntan con ella, y lo mismo en *p m* donde se coloca la polea. Los otros dos largueros *h h* é *i i*, distante uno de otro seis pies, sirven para sostener un molinete *n n*, en el cual se enrolla la maroma de la sonda, y para que los ejes de este molinete no los aflojen, se les ponen dos puentes movibles *o o*, *o o* de la forma que se ve en la fig. 94. El molinete tiene á cada lado dos palancas de 9 á 10 pies de largo, y aun seria mejor que hubiese una rueda, porque entonces los trabajadores estarian siempre á una distancia casi igual del eje.

Al comenzar el sondeo seria preferible servirse en lugar de palancas, de dos manubrios de un pie y seis pulgadas de radio, colocados en los ejes del molinete, y en el caso de hacerse el trabajo demasiado molesto, se podria tambien acomodar en uno de los ejes una rueda dentada de dos pies y cuatro pulgadas de diámetro, cuyos dientes engranasen en los de un piñon de cuatro pulgadas y ochos líneas. Esta máquina se pondria en movimiento por medio de un eje de hierro horizontal que atravesase el piñon, y de dos manubrios cuyos brazos tambien horizontales fuesen bastante largos para que pudiesen colocarse en cada uno tres ó cuatro trabajadores sin incomodarse.

Cuando hay que hacer uso de la maza para introducir los cofres, se aplican á los puntos *p p* de las dos piezas horizontales *b b*, *b b*, dos largueros verticales *p p*, *p p* sostenidos en una posicion invariable por los cruceros *q q*, *q q*, que reposan sobre el travesaño *k k*, y abrazando por medio de jacenas la pieza *e e*, contribuyen á dar mucha solidez á la cabria. A estos largueros verticales *p p*, *p p* se acomodan dos lengüetas de encina *s s* que sirven para guiar la maza *t t*.

Las varias piezas que forman la base de la cabria deben ser de encina, y lo mismo la maza: las que estan sobre la base de pinabete, y el molinete y los pequeños puentes en que entran los ejes de olmo.

Para que la polea tenga seguridad y solidez debe construirse de este modo. Tómense dos tablas de olmo *z z* de 1 pulg. y 2 lín. de grueso cada una, y únanse como se ve en la fig. 95 por medio de muescas y lengüetas. Estas tablas deben tener de 20 á 22 pulgadas de ancho, y de parte á parte de su grueso se aplican piezas de madera circulares tambien de olmo, y las redondelas 1, 1, fig. 96. Se tornea en seguida el todo, y despues de haber hecho el carril se abre un agujero en medio de las redondelas 1, 1, y se introduce en él un cilindro de acero que ha de contener al eje. Los bordes del cilindro se sientan contra las chapas de hierro 3, 3, que se aseguran á las redondelas 1, 1 con puntas de hierro remachadas, de modo que el conjunto sea bastante sólido. Como la polea debe girar sobre el eje que es de acero, solo es este cilíndrico en una parte de su longitud para que pueda entrar en la polea, y en la parte 4, 5, fig. 97, de la pieza *j j*.

En el caso de que no se temiese el coste que ocasiona la construccion de la cabria que describimos, y se tratase por lo mismo de hacerla con toda solidez, seria conveniente substituir á la polea de madera una de fundicion, cuyo peso seria de 70 kilogramas y costaria 70 francos. Ademas, si la cabria no tuviese toda la solidez necesaria en la union de los dos largueros

inclinados $t' n$, y $g g$, y de la pieza $j j$, se colocarán dos pequeños cruceros horizontales en el punto 8, 8, fig. 94, que abrazando la cabeza de la cabria aseguren esta parte contra la pieza $e e$.

Siendo nuestro intento que se pueda construir la maza de cabria con solo los diseños que presentamos, no hemos omitido ninguna de las líneas que exige el perfil de las piezas que la componen, y de que vamos á ocuparnos; pero antes de pasar adelante advertiremos que las Estampas 16 y 17 deben considerarse como reunidas, y tal su situacion respectiva que la línea $z' v$ de la fig. 88, coincida perfectamente con la designada por las letras $z v$ de la fig. 94. Suponiendo en efecto que estas dos Estampas no forman mas que una, todas las líneas estarán en su posicion natural, y se podrán comprender fácilmente las operaciones geométricas que ellas indican, y que son necesarias para la construccion de las mortajas $a'' b''$, fig. 88 y 92, que deben hacerse en la solera $a a$ donde se encajan los largueros inclinados $l' n$, $g g$.

Como la interseccion de estos largueros con la solera $a a$ debe ser en la direccion de dos líneas que formen entre sí un ángulo mas ó menos abierto, es menester para construir sus espigas y las mortajas en que entran, determinar la interseccion de dichos largueros con la solera $a a$. Para conseguirlo se dan desde luego las proyecciones verticales y horizontales del larguero $t n$ (lo que digamos de este entiéndase tambien del $g g$), y se dispone su proyeccion relativamente á la solera, de modo que la interseccion del plano, de que hace parte la cara $t' f$, con el superior de la solera esté representado por la línea $z t$. Como las cuatro caras del larguero $t' n$ son perpendiculares entre sí, se sigue que si se hace pasar por el punto $s$, fig. 88, un plano perpendicular á la arista $z f$, su interseccion con el que contenga esta arista será perpendicular á ella. Mas es fácil hallar el punto en que la línea que representa la interseccion encuentra el plano prolongado

de la solera $a\ a$: con efecto, supongamos que la arista $z\,f$ gira al rededor del punto $z$, haciendo siempre el mismo ángulo con el plano de la solera hasta que esté aplicado sobre el plano vertical que pasa por la línea $z'\,v$, fig. 89 y 94; es evidente que el punto $s''$, cuya proyeccion vertical está en $a''$, fig. 88, se proyectará horizontalmente en su nueva posicion en $v''$, y que la arista $z\,f$ que pasa por la línea $z\ v$, estará representada en el plano vertical por la línea punteada $z\ c''$. Luego si por el punto $v''$ se tira una perpendicular $v''\ q'$ á esta línea, representará la interseccion de dos planos; uno vertical que contiene á la arista $z\,f$, y el otro que pasa por el punto $s''$ de dicha arista, y que le es perpendicular. Asi uniendo el punto $q'$ por un arco de círculo $e''$, fig. 88, la perpendicular $v''\ q'$, fig. 94, encontrará en dicho punto al plano de la solera, y la línea $v'\ f''$ trazada sobre el plano perpendicularmente á la arista prolongada $z\,f$, indicará la interseccion del que pasa por el punto $s''$, con este mismo plano $a\ a$; luego $s''\ e''$ será la proyeccion horizontal de la perpendicular $v''\ q'$. Ahora si se hace girar el plano que la contiene al rededor de $v'\ f''$ hasta que se confunda perfectamente con el de la solera, y se prolonga sobre la arista $z\ e''$ desde el punto $e''$, una cantidad $e''\ o''$ igual á $v''\ q'$; $o''\ p''$ representará la línea de interseccion que pasa por el punto $s''$ con el prolongado en la cara $z\,f\,s'\,t'$ del larguero $z\,f$. Pero como la perpendicular $o''\ k''$ tirada sobre la linea $o''\ p''$ representará tambien la interseccion de la cara de la pieza de madera $t'\ n$ paralela á la $z\ t'\ s'\ f$ con el plano de la solera, se sigue, que si se unen los puntos $h''$ y $z$ por una línea recta, las partes $z\ b''$ y $z\ t'$ serán las intersecciones de las caras adyacentes superiores del larguero $t\ n$ con el plano de la solera $a\ a$. Determinado ya el ángulo que hacen entre sí, se puede fácilmente trazar sobre las soleras el lugar de las mortajas $a''\ b''$, fig. 88 y 89.

Las líneas $f\ n$ y $s''\ q''$, fig. 94, representan las in-

tersecciones de los dos largueros inclinados, con la cabeza $j\,j$ de la maza de cabria. Estas líneas son evidentemente perpendiculares á las aristas de los largueros; y es fácil encontrar dos puntos, bastante distantes entre sí, de la proyeccion vertical de una de estas intersecciones, por ejemplo de la $f\,n$, para que se pueda determinar con certeza la direccion de estas mismas líneas. El punto $f$, fig. 94, se encuentra bajando desde $f$, fig. 88, en que la arista $z\,f$ encuentra á la pieza $j\,j$ una perpendicular $f\,h'$ á la línea $z'\,v$, y prolongándola hasta que corte en $f$, fig. 94, la arista $z\,f$. En cuanto al punto $n$ es necesario suponer que las caras $b''\,f$ y $a\,a$ se prolongan bastante para que el punto en que termina su interseccion esté representado en $x''$, y entonces si por este punto se tira una línea $x''\,r''$, fig. 88, paralela á $z\,f$, y por los $x''\,r''$, se tiran perpendiculares á la recta $z'\,v$, ó á la que la representa en la Estampa 16, tendremos prolongando la $r''\,x''$ hasta $t''$, fig. 94, y tirando por el punto $f'$ de esta figura una línea $f'\,t''$ un segundo punto $t''$ de la interseccion buscada.

Las líneas $n''\,c''\,n''\,i''$, fig. 94, representan la interseccion de los largueros $h\,h$, $i\,i$, con los $t'\,n$, $g\,g$ y basta ver las dos fig. 88 y 94, para conocer como pueden obtenerse. Estas dos intersecciones, y las $f\,n$, $s''\,q''$ deben determinarse siempre para poder conocer la longitud de las cuatro aristas de los largueros $t'\,n$, $g\,g$, $h\,h$, é $i\,i$.

La fig. 97 representa la proyeccion de la maza de cabria sobre un plano paralelo al que pasase por las líneas $z$, $j$, $p$, $7$, fig. 94, y por esta causa se ve la solera $a\,a$ por tres líneas paralelas. Resulta tambien de esta proyeccion que los cuatro largueros $t'\,n$, $g\,g$, $h\,h$, $i\,i$, y lo mismo la pieza de madera $j\,j$, se ven en su magnitud real, en cuyo caso se construyen fácilmente desenvolviéndolos.

Este desarrollo está representado en la Estampa 17 por el larguero $t'\,n$, fig. 88, y se supone que las cua-

tro caras han girado al rededor de cada arista de izquierda á derecha, partiendo de la $z f$, fig. 97, hasta hallarse todas en el plano de la cara $z s'$. Como las proyecciones verticales y horizontales de las líneas que circunscriben las caras de las espigas, suministran todos los datos que se necesitan para determinar las dimensiones de dicho larguero, no entraremos aqui en ninguna esplicacion sobre esto, tanto mas cuanto las construcciones geométricas que exige dicha determinacion, representadas en la fig. 88, se comprenderán muy fácilmente por las personas que tienen alguna práctica en los trazados de carpintería.

Debiendo entrar los largueros inclinados $t' n$ y $g g$ en las mortajas de la solera $a\ a$ por medio de espigas, es necesario para trazar la cara de la mortaja que corresponde á la $y''$, fig. 92, de la espiga, determinar la interseccion de dicha cara, ó del plano que la representa con el de la cara vertical $4'$, $5'$ de la solera, fig. 88, lo que se consigue considerando que esta interseccion es la misma que la de los planos prolongados $4'$, $5'$ de la solera, y $t'\ x''\ s'\ f$ del larguero $t'\ n$. Tirando pues por $s'$ en el plano $t'\ x''\ s'\ f$ una línea paralela á $z\ h''$, el punto $q''$ donde encuentra á la arista de la solera, será la proyeccion vertical de los puntos de interseccion de los dos planos de que acabamos de hablar; y si por este mismo punto $q''$ se levanta una perpendicular $q''$, $8'$, igual á la línea $g'\ s'$, fig. 94, y en seguida se prolonga la $x''\ t''$, fig. 88, hasta $s'''$, la línea $s'''\ 8'$ representará la proyeccion vertical de la línea de union de los dos planos, de donde resulta que la parte $s'''\ v''$ de esta línea será en la cara $4'\ 5'$ la buscada. Trazando del mismo modo las otras intersecciones, se podrá determinar todo lo perteneciente á las mortajas de la solera.

La maza de cabria que acabámos de describir puede convenir muy bien para emprender un sondeo que deba llegar á una profundidad muy grande; pero si solo se necesita hacer obrar la maza al principio de los trabajos, y una ó dos veces por dia, bastará levantar

los cruceros transversales *q q* , *q q* para colocar ó quitar los largueros verticales *p p*, *p p* que la dirigen; pero si las capas de arenas que hay que atravesar tuviesen una corpulencia muy grande como 130 pies, por ejemplo, seria entonces preciso que se modificase la forma de la cabria, porque como en este caso habria necesidad de servirse de la maza para introducir los cofres, cada vez que se subiesen los instrumentos á la superficie, los seis trabajadores ocupados en la sonda no adelantarian tanto teniendo que levantar de contínuo una maza de 500 libras, como si esto se verificase rara vez y por solo algunos instantes. Por otra parte, la mudanza contínua de los cruceros causaria una pérdida de tiempo que debe evitarse, y es menester ademas aumentar fácilmente cuanto se quiera la altura de la caida de la maza para que produzca mayor efecto. Asi pues, seria necesario para emplear utilmente la maza de cabria, que algunas de sus partes estuviesen dispuestas del modo que se ve en las fig. de la Estampa 18, dibujadas en escala mayor que las precedentes.

La fig. 100 representa un corte de la maza de cabria, hecho inmediatamente encima de los largueros *qq*, *qq*, é indica el espacio *l l*, que hay que dejar para conducir el sondeo con facilidad, y ademas las piezas horizontales *bb*, *bb*. Los largueros verticales *pp*, *pp*, que estan sostenidos por estas piezas, no se hallan colocados del mismo modo que los de la figura 88, Est. 15; pues aunque reposan sobre las *bb*, *bb*, no estan inmediatamente debajo de los cruceros, sino que salen en el hueco que hay entre ellos, y se mantienen en una posicion fija por medio de jacenas *d*, *d*, *d*, *d*, y de largos pernos, cuya cabeza rectangular está embutida en las lengüetas *ss*. Las tuercas y redondelas se aplican contra dos pequeñas placas de hierro, forjadas de manera que una de sus caras sea perpendicular á la direccion de los pasadores. Cuando ya no hay que hacer uso de la maza basta, para separar los largueros verticales, y para desprenderlos de los puentes, sacar la clavija que

atraviesa las piezas *bb*, *bb*, y los pernos *vv*, sostenerlos en seguida verticalmente, para que la espiga pueda salir de la mortaja é inclinar la parte superior, y volver á sacar el pie del espacio que hay entre las piezas *bb*, *bb*.

Como esta nueva disposicion de los largueros verticales exige que los cruceros *qq*, *qq* esten un poco mas separados que antes en el travesaño que los sostiene, es pues menester aproximar este á la solera; pero para esto se necesita acortar los apoyos inclinados del molinete, ó lo que viene á ser lo mismo, separarlos uno de otro, para que las dos mortajas abiertas en cada uno de los grandes largueros inclinados *t' n*, y *g g* de la cabria que reciben las espigas del travesaño y de los largueros del molinete, no esten muy próximas una á otra.

No oponiéndose ahora los cruceros á que los largueros verticales se prolonguen por encima de ellos, se puede acomodar á la maza una tenaza *mm*, fig. 101, que permita manejarla, como si fuese de clavar estacas. La parte superior de los largueros remata en espigas que entran en las muescas *x v*, fig. 102, de la pequeña pieza de madera *h h*, que no puede moverse, porque está sujeta con las clavijas *b' b'*, fig. 101, que atraviesan las espigas. En dicha pieza se hace una abertura cónica *i i*, para que las paredes superiores de los brazos de la tenaza entren en ella, se aproximen uno á otro, y hagan que las estremidades inferiores se abran y dejen escapar la maza. Uno de los brazos *m v* de la tenaza se introduce en el otro, y ambos estan atravesados por una chaveta cilíndrica, *n n*, fig. 103, que tiene enmedio un gorron que le impide girar en el brazo *m v'*. La chaveta sostiene un estribo, cuya parte superior remata como el macho de un empalme de la sonda, para que se pueda unir al clavo giratorio *p' p'*, fig. 104, que queda siempre colgado á la maroma de cabria. De este modo se evita el hacer uso de otras cuerdas que la maroma, con la cual se maneja facilmente la maza y la sonda.

La cabeza de la maza, fig. 105, que es una pieza de muy buen hierro, se clava fuertemente á ella, introduciéndola 8 ó 9 pulgadas; y para que se fije con mas solidez tiene las cuatro aristas de la cola en forma de sierra. La parte superior de dicha pieza de hierro tiene una abertura rectangular, donde entran las estremidades inferiores de los brazos de la tenaza.

Cuando hay que hacer obrar la maza sobre los cofres, se aplican cuatro trabajadores al molinete, los cuales hacen el trabajo que ejecutarian doce ó quince hombres, moviendo directamente la maza.

Pasemos ahora á fijar el coste que puede tener una maza de cabria. De las piezas que la componen catorce son de pinabete, á saber: la cabeza, cuatro largueros inclinados, de los cuales dos sirven para sostener el molinete, la escala, dos largueros para dirigir la maza, dos grandes cruceros para sostener los largueros en su posicion vertical, otros dos pequeños por la parte de arriba para que no se tuerza la cabeza, y un travesaño con su espiga para sostenerla. Las de encina son cinco, á saber: la solera, dos piezas en que descansan los largueros verticales, la plantilla de la escala, un travesaño pequeño que encaja en los apoyos de los largueros verticales, y la maza. El molinete y los dos puentes que lo sostienen son de olmo.

§. 49.

| | Francos. | Centésimas. |
|---|---|---|
| El coste de todas las piezas de madera que componen la maza de cabria asciende á.................. | 373 | 43 |
| Para labrarlas y dejarlas enteramente concluidas se necesitan tres carpinteros por veinte y cinco dias; y siendo el jornal de cada uno tres francos al dia, asciende el todo á.. | 225 | |
| Una maroma de cien pies de largo y de veinte líneas de diámetro, | | |

compuesta de cuatro ramales y de ciento cuarenta hilos. . . . . . . . . . . 80

*Pintura.*

Tres capas de color verde olivo exigen:

| | |
|---|---|
| 30 libras de ocre amarillo á 0 fr. 50 cent. la libra. . . . . . . . . . . . . . . . . | 15 |
| Aceite. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 18 |
| Esencia de trementina. . . . . . . . . . . | 2 |
| Litargirio, caparrosa y negro de humo. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 8 |
| 10 jornales del pintor á 2 fr. y 50 cent. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 25 |

*Herrage.*

Como ademas de la mucha solidez que debe tener la cabria, es menester que se monte y se desmonte con facilidad, y sin que padezcan las espigas y mortajas, se necesita que las piezas de madera que la componen estén aseguradas con clavijas de hierro y pernos con tuercas y redondelas.

Todo el perno debe ser de una sola pieza y de hierro muy bueno, cuidando tambien que la cabeza tenga al menos tres pulgadas de diámetro. Esta bondad del hierro es necesaria en todas las piezas, á escepcion de las cuñas que entran en las caras opuestas de la maza, donde basta que sea de mediana calidad. Debe procurarse ademas que las tuercas tengan iguales dimensiones á las de

la sonda, para que una misma llave sirva para todas.

Las redondelas que ajustan las tuercas deben aplicarse perfectamente contra las caras de madera, y ser perpendiculares á las espigas de los pernos, cuyas cabezas han de tener entonces una inclinacion proporcional á la de las piezas que atraviesan, la que se determina facilmente por medio de la montea que se traza para la construccion de la cabria. Las piezas de hierro que se necesitan para esta máquina son las siguientes, á saber:

1.° Once pernos con tuercas y redondelas: uno para asegurar las estremidades de los dos cruceros grandes contra la escala, dos para los largueros inclinados que sostienen los puentes del molinete y atraviesan los largueros grandes, dos para unir estos últimos largueros con la cabeza de la cabria, uno para la cabeza de la escala, dos á los estremos de los cruceros que ajustan el travesaño contra la cabeza de la cabria, y dos para los cruceros pequeños que la sostienen, y aseguran la escala. Estos pernos han de tener unas 8 líneas de diámetro; pero su longitud varía entre 9 y 24 pulgadas, y cuestan con tuercas y redondelas.................... 39 20

2.° Trece clavijas para la plataforma de la cabria, á saber: cuatro que atraviesan la solera, y los cuatro largueros inclinados, de 9 líneas

de diámetro y 18 pulgadas de largo, y otras 9 de 12 pulgadas de lon-gitud.......................... 52 65

Dos de estas clavijas sirven para asegurar las piezas horizontales que sostienen los largueros verticales sobre la solera, cuatro ligan estos largueros á los grandes cruceros y á las piezas horizontales *b b*, fig. 75, dos unen estas mismas piezas con el travesaño pequeño; y en fin la última sirve para ensamblar la escala con la plantilla.

3.° Ocho pernos con tuercas y redondelas, para asegurar los puentes contra los largueros inclinados.. 14 70

4.° Cuatro pernos con tuercas y redondelas, para ensamblar por medio de jacenas la plantilla de la escala y el travesaño pequeño....... 4 20

5.° Dos chapas sesgadas de hierro, que se aplican contra las caras esteriores de los grandes largueros inclinados é inmediatamente debajo del punto por donde pasan las espigas del travesaño................ 7 80

6.° Un perno grande de 7 pies y 6 pulgadas de longitud con su tuerca: este perno se introduce por debajo del travesaño en las dos chapas de hierro mencionadas, y sobre ellas se aplican la cabeza y tuerca, para dar al todo mas solidez, é importa.............................. 9 80

7.° Seis pernos con tuercas y redondelas para fijar las espigas á los dos cruceros, con el objeto de que descansen estas por una parte en el

travesaño, y qué abracen por la otra la escala.................. 7

8.° Seis clavijas de hierro suspendidas á uno de los dos cruceros pequeños, que atraviesan al paralelo, y sirven para sostener las espigas parciales de la sonda. Seis abrazaderas pequeñas, para juntar las cadenas con las clavijas, y seis ganchos en S, para unir las cadenas á las abrazaderas.................. 15 40

9.° Un pasador con una chaveta para eje de la polea de 13 pulgadas 9 líneas de longitud. Este pasador va disminuyendo desde la cabeza donde tiene 2 pulgadas y 4 líneas de diámetro hasta la punta.......... 11 20

10. Dos chapas de hierro en forma de X con clavo, para embutirlo en las caras de la cabeza de la cabria, y que atraviese el pasador de la polea.................. 11 90

11 Catorce pernos de cabeza chata con tuercas y redondelas que se introducen en las lengüetas para fijarlas á los largueros verticales, deben tener 10 pulgadas de largo, y 6 líneas de grueso.............. 12 60

12. Dos birolas de hierro que se colocan en las cabezas del molinete. 22 10

13. Un gancho para el molinete y una armella para la maza....... 9 10

14 Dos birolas para armar la maza de cuatro pulgadas de ancho y 7 líneas de grueso.................. 104

15. Treinta y dos cuñas de hierro, que se han de introducir en las caras opuestas de la maza y al re-

dedor de la armella, para que las birolas no tengan movimiento. Su longitud debe ser 5 pulgadas, 7 líneas; y 2 pulgadas, 8 líneas el ancho, é importan.................. 24 75

16. Treinta y dos clavos de cuatro pulgadas de longitud, que se colocan del modo siguiente: ocho en cada una de las chapas de hierro en forma de X, que atraviesan el pasador de la polea, cuatro en cada chapa de hierro de las colocadas en las caras esteriores de los grandes largueros inclinados, y cuatro en cada birola del molinete.................. 2 80

17. Cuatro pernos con tuercas y redondelas para reunir los cruceros horizontales con los largueros verticales. Estos pernos, cuya espiga es plana y de seis líneas de grueso, tienen un agujero, donde entran las dos clavijas de hierro, de que hemos hecho ya mencion, y de este modo cuando los largueros verticales hagan esfuerzos para desencajarse, porque se doblen las piezas que los sostienen, recae el peso sobre todo el cuerpo de los cruceros. Los cuatro pernos con sus tuercas y redondelas cuestan.................. 5 60

18. Un cañon ó cilindro de hierro de 5½ líneas de grueso que se coloca dentro de la polea, y cuyos estremos se sientan contra dos chapas de hierro aseguradas con clavos remachados en toda la circunferencia. El cañon, las chapas y los clavos cuestan.................. 9 80

19. Cuarenta tornillos de 2 pulgadas y 6 líneas de longitud inclusa la cabeza, que se colocan en los bordes de la polea, para dar mas seguridad á las piezas que forman la muesca.......... 5 20

20. Treinta y seis tornillos de 17 líneas de largo, para sostener los refuerzos de encina que se ponén en los huecos de la polea para consolidarla.......... 2 5

21. Treinta y seis clavos pequeños para asegurar las chapas de hierro contra las caras de la mortaja en que está la polea.......... 2 60

22. Ochenta clavos para asegurar las espigas á los cruceros y á las piezas que componen la plataforma de la cabria.......... 6

23. Para preparar las maderas y colocar todo este herrage se necesita un operario por ocho dias, que á razon de tres francos al dia componen.......... 24

24. Gastos imprevistos de pernos, tuercas y redondelas que haya que poner á las piezas que se hiendan.......... 40

25. Coste total que debe tener la construccion de una cabria semejante á la que representan las estampas 15, 16 y 17.......... 1.191 35

Añadiendo á esta suma la de 2.014 francos, 15 centésimas de la sonda, resulta que el coste de todos los objetos necesarios para buscar aguas á la profundidad de 300 pies, ascenderia á 3.205 francos, 50 centésimas. Debe empero advertirse, que en el caso que un pro-

pietario no necesitase una sonda construida con tanta prolijidad, serian los gastos mucho menores; y si la profundidad fuese solo de 160 pies, bastaria el aparejo de las estampas 11 y 12, cuyo coste no pasa de 450 francos, con tal que las clavijas sean de madera, y no se emplee hierro alguno; y si el terreno no presentase muchas dificultades, solo costaria la barrena 1558 francos. En fin se pueden comenzar los trabajos de indagacion con 2.008 francos; pero como en esta obra hemos debido considerar la cuestion bajo un punto de vista mas general, ha sido necesario formar el presupuesto completo del coste que tendria una sonda y una cabria tal cual debiese adquirirla una ciudad, un departamento ó un establecimiento público que necesitase buscar aguas subterráneas.

Varios consejos generales han concedido ya fondos, á peticion de los prefectos, para que su departamento tenga una sonda y cábria completas, cuyo ejemplo seria de desear lo imitasen otros. Como muchos propietarios no se atreven á adquirir estos objetos temiendo el mal éxito de sus indagaciones, y como por otra parte es el coste bastante grande, convendria que se reuniesen algunos para comprarlos, ó que el departamento les facilitase una sonda, obligándose ellos á conservarla en buen estado. Esta sonda serviria no tan solamente para buscar aguas subterráneas, sino tambien para el reconocimiento de minas. El descubrimiento de las inmensas capas de sal gema de Vic, departamento de la Meurthe, prueba su grande utilidad, pues acaso sin ella jamas hubieramos disfrutado estas riquezas minerales.

## §. 50.

Habiendo sido nuestro objeto consagrar esclusivamente este capítulo á la descripcion de la sonda y de todos los instrumentos y máquinas que se emplean para buscar aguas subterráneas, nos hemos ocupado muy poco por lo mismo de las operaciones relativas al son-

deo, y tan solamente de lo que era necesario para dar mayor claridad á la descripcion de algun instrumento. Estas operaciones serán el objeto del capítulo siguiente, en el que tratarémos tambien de cuanto concierne á la construccion é introduccion de los cofres y busas.

## CAPITULO IV.

### OPERACIONES RELATIVAS AL SONDEO.

### §. 51.

En todo pais donde se forman con frecuencia surtidores naturales, pueden tenerse datos casi ciertos de la naturaleza de los terrenos que cubren á las calizas cretáceas, y por consiguiente es fácil conocer las dificultades que se presentarán para llegar á ellas. No sucede así en otro desconocido, porque ignorándose el órden de sucesion y naturaleza de las capas que hay que atravesar para encontrar aguas vivas, se entorpecerán de continuo los trabajos por dificultades imprevistas que nacen casi siempre de haber dado á los primeros cofres dimensiones muy pequeñas, por cuya causa no se pueden introducir en ellos otros para poder llegar á profundidades bastante grandes. En el desembocadero del rio Authie (V. su situacion en la estampa 2.ª) ha sucedido un caso de esta naturaleza. Despues de haber colocado en un pozo tres cofres de diversos tamaños y de haber atravesado con ellos 80 pies de arena, 24 de turba, 4 de cantos y 40 pies de arena de diferente color que la anterior, hubo que abandonar los trabajos, porque no podia introducirse otro cofre que era necesario para continuarlos. Esta ocurrencia nos enseña que para formar surtidores naturales en parages donde se sospeche que hay masas considerables de arena, como por ejemplo en el norte de la Francia y de la Bélgica, deben construirse los primeros cofres de manera que puedan introducirse en su hueco has-

ta cinco. De este modo se podrá llegar á una grande profundidad y atravesar masas de arena suelta de 80 á 100 varas de espesor.

§. 52.

Aunque no sea muy frecuente dar en terrenos que presenten tantas dificultades, trataremos no obstante la cuestion en toda su generalidad, y supondremos por consiguiente que para llegar á las capas arcillosas, es menester atravesar masas de arena, cuyas moléculas tienen poca union entre sí; pero antes nos ocuparemos de la construccion de los cofres, para que pueda percibirse mejor el objeto de las operaciones que exige su introduccion en las arenas sueltas.

§. 53.

Las tablas de los cofres deben ser de olmo porque resiste mucho á los golpes de la maza; no así la encina que se abre muy pronto.

§. 54.

Debe cuidarse al tiempo de unir las tablas para formar los cofres, que la concavidad de las capas leñosas se halle en las caras esteriores, porque como las tablas propenden á torcerse de fuera á dentro, es necesario aprovechar esta disposicion para que hagan el efecto de claves.

§. 55.

La curvatura de las capas de fuera á dentro proviene, estando colocadas como acabamos de decir, de que la materia parenquimosa contenida en las capas leñosas concéntricas, se contrae menos que en la direccion de las fibras, y por consiguiente cuando se seca una

tabla, se dobla en un sentido opuesto á la curvatura de las capas leñosas.

§. 56.

Aunque hayamos dicho que los cofres deben tener diferentes dimensiones, no se debe inferir que sea necesario describirlos todos sucesivamente; pues si entrasemos en los pormenores de cada uno repetiriamos inútilmente muchas cosas, porque todos deben hacerse del mismo modo para que tengan igual solidez. En este supuesto vamos á describir únicamente los que se emplean cuando el terreno no presenta grandes dificultades, que suelen tener un pie y dos pulgadas de hueco. Tambien daremos á conocer las dimensiones principales de los que sirven para profundidades estraordinarias.

§. 57.

Para construir el primer cofre parcial, esto es, el que debe introducirse á mayor profundidad (el cofre único se compone del conjunto de muchos cofres á los cuales se da el nombre de parciales), se toman cuatro tablas *a b*, *a' c'*, *c d* y *d' b'* (Estampa 19, figuras 106 y 107) que tengan el mismo grueso; dos de ellas *a b* y *c d* de 14 pies de largo, y las otras dos *a' c'* y *d' b'* de once pies, se unen las dos mas pequeñas *a' c' b' d'* á la *a b*, colocándolas en las muescas *m a'* y *b q'*, figura 107, abiertas á lo largo *a b*, figura 106, y se aseguran con clavos *e e*, distantes entre sí un pie, como se ve en la figura 107. Los clavos que estan colocados en *q' q'* entran desde luego en la tabla *a b* y pasan á la *a' c'* y *b' d'*. Reunidas asi tres tablas se introducen dos lengüetas de hierro *s s* (en la figura 106 no se puede ver mas que una) en las muescas que hay en la parte superior de las *a' c'* y *b' d'*, cuyas puntas que rematan en tornillos, atraviesan la tabla *a b* por unos

agujeros hechos en $p'$, y se aseguran contra ella con tuercas 1, 2, y redondelas de hierro batido 3, 4. Solo resta ya para concluir el cofre fijar á las tres tablas *a b*, $a' c'$, y $b' d'$ la *c d*. Para esto se coloca la tabla *a b* en una situacion horizontal, y lo mismo la que debe serle paralela, sobre las dos verticales $a' c'$ y $b' d'$; de manera que las muescas $d' a''$ y $b'' c'$, figura 107, coincidan perfectamente con el grueso de las tablas $a' c'$ y $b' d'$, y que los agujeros hechos en *r* tengan tal posicion que puedan recibir los tornillos *r p*, que se fijan á la tabla *d c* con tuercas y redondelas. La tabla *d c* se asegura contra la adyacente con clavos $e' e'$ $q'' q''$ colocados del mismo modo que los *e e q q*. Formado ya el primer cofre parcial se le pone una zapatilla, cuyas dimensiones se ven en las figuras 106, 108 y 109, compuesta de dos fajas de hierro y enmedio de ellas soldada una de acero *n o*, figura 108. La zapatilla se asegura al estremo del cofre con clavos *a c* y *d f* introducidos por cuatro caras que deben estar guarnecidas interior y esteriormente de chapas de hierro batido *a b*, $b' c$, $c' d$ y *g f*, representados en alzado, perfil y plano por las figuras 106, 108 y 109. Las caras esteriores de la zapatilla deben sobresalir un poco á las del cofre para disminuir lo posible al introducirlo la presion que hacen contra sus frentes las tierras que lo rodean.

§. 58.

El segundo cofre parcial, esto es, el que debe colocarse inmediatamente sobre el anterior, se compone de cuatro tablas *a b*, *c d*, *e f*, *g h*, figuras 110 y 111, iguales en longitud, y dos á dos del mismo ancho que las del primer cofre. Las dos tablas *a b* y *e f*, figura 111, sobresalen por un lado á las *c d* y *g h* una cantidad $g' h'$ igual á la diferencia que hay entre las tablas grandes y pequeñas del primer cofre parcial, mientras que al estremo opuesto las *c d* y *g h* se pro-

longan por debajo de las dos *a b* y *e f* una cantidad *m n*, igual á *g' h'*. Luego si se desenvuelven sobre un mismo plano estas cuatro tablas, tendrán entre sí la situacion que se ve en la figura 111. Para poder apreciar la ventaja que presenta el disponerlas de este modo, supongamos que el primer cofre haya entrado en la tierra, por los medios que describiremos despues, hasta que la estremidad superior de las tablas *a' c'*, *b' d'*, figura 106, esté al nivel de la superficie; y supongamos que se trata de introducirlo mas; en este caso se coloca el segundo cofre *h*, figura 110, sobre el primero de manera que las tablas *a b* y *e f* se apliquen sobre las *a b* y *d c*, figura 106, por medio de muescas hechas en las estremidades *p q*, y *v x*, figura 111, de las primeras tablas, en las cuales entran hasta la mitad de su ancho las lengüetas *g''*, figura 106. (No hemos representado mas que una en esta figura para que pueda verse la muesca abierta en *y*.) Las tablas del primer cofre y las *a b* y *e f* del segundo se juntan pues como se ve en *g'' g''*, figura 110. Las *c d* y *g h*, figura 111, cuyas estremidades tienen tambien muescas, se unen á las *a' c'* y *b' d'*, figuras 106 y 107, por las líneas horizontales *a' b'*, figura 110, y se aseguran con las lengüetas *s s*, figura 106. Para consolidar en seguida estos dos cofres, se clavan á la altura *a' x*, figura 110, las tablas del segundo con las del primero, y se les introducen unos cilindritos de hierro *e' e' e' e'* en la parte *c d*, y *g h*; y como estas piezas rematan en tornillos, se pueden poner á una parte y otra de las tablas *a b*, *b z*, *e f* y *d z'* tuercas y redondelas. Dando pues á las tablas de los cofres la disposicion que hemos indicado (debe advertirse que un tercer cofre se coloca sobre el segundo como éste sobre el primero, y asi de los demas) hay la ventaja de no formar, por decirlo asi, mas que uno solo, cuya solidez es bastante grande porque las varias partes que lo componen estan perfectamente enlazadas unas con otras. En fin debe ponerse gran cui-

dado en la construccion de los cofres, porque de ella depende las mas veces el éxito de los trabajos.

§. 59.

En el párrafo anterior hemos descrito detalladamente los cofres usados hasta aqui para sostener las capas de arena sobrepuestas muchas veces á los terrenos de creta; y aunque es cierto que casi siempre se atraviesa con ellos la arena suelta cuando se dirige el sondeo con habilidad, tambien lo es que su introduccion presenta grandes dificultades porque las herramientas con que se abre paso hacen tan solamente una abertura igual á un círculo inscrito á los cofres, y por lo mismo tienen estos que desalojar partes intactas de los terrenos, los cuales cuando son desmoronadizos suelen hacer una presion tan fuerte contra la superficie esterior de los cofres, que es imposible introducirlos, sean los que quieran los medios que se empleen para conseguirlo. Por esta causa nos parece que convendria substituir cofres cilíndricos á los que se usan: aun cuando no se haya echado mano de ellos hasta ahora, no tenemos dificultad en invitar á los propietarios que tengan que buscar aguas subterráneas, á que los prefieran á los cuadrados. Es verdad que es algo mas difícil su construccion, pero esto no es bastante motivo para desecharlos. Ademas el coste de un cofre cilíndrico solo escede al de uno cuadrado en un quinto del precio de éste, cuya diferencia se compensaria bien con la mayor economía que habria en las operaciones del sondeo.

Como en la descripcion que vamos á dar de los cofres cilíndricos supondremos que tienen como los cuadrados un pie y dos líneas de hueco, y dos pulgadas y cuatro líneas de grueso, se sigue que si se comparan las superficies del terreno que deben desalojar unos y otros á proporcion que se introducen, resultará que la que corresponde al cofre cuadrado está con

la del cilíndrico en razon de 1,53 á 1; y que las superficies esteriores son entre sí como los números 1,24 y 1. En este supuesto, pues que la presion de los terrenos que los rodean está en razon de la estension de las superficies, es evidente que se introducirán con mas facilidad los cofres cilíndricos que los cuadrados.

Para que se puedan formar los cofres cilíndricos con solo los diseños que presentamos, entraremos en los pormenores que exige su construccion, y creemos se comprenderán facilmente consultando la esplicacion que hay al fin del tomo de las figuras 112, 113 y 114, estampa 20, y recordando la descripcion que hemos dado de los cofres cuadrados.

En el primer cofre cilíndrico parcial se emplean ocho tablones de 7 pulgadas y 10 líneas de ancho, y 3 pulgadas y 4 líneas de grueso, á los cuales se da la forma que representan las figuras 112 y 114. Los cuatro tablones *p*, *r*, *t*, *x*, que tienen 10 pies y 4 pulgadas de longitud, rematan por la parte superior en unas muescas de cuatro líneas y media de profundidad, y 10 de alto, y los otros cuatro que son 3 pies y 4 pulgadas mas largos que los precedentes, y que tambien rematan en muescas por su parte superior, tienen ademas otra de 2 pulgadas de ancho. (En la figura 112 se ve ésta indicada por las letras *a' c'*, y su situacion es á 3 pies, 3 pulgadas y 9 líneas debajo de las primeras.) Hecho esto se colocan de canto dos tablas circulares y sobre ellas se fija horizontalmente un tablon *a b c d* con clavijas de hierro que se sacan despues de concluido el cofre. Colocado el primer tablon se hace lo mismo con el segundo *p*, y para que tengan mucha solidez se ajustan uno á otro con clavos de tres pulgadas y media de largo que distan entre sí unas seis pulgadas. La disposicion de los dos tablones debe ser tal que la muesca superior del uno corresponda exactamente al punto *g'*, figura 112, colocado en la mitad del ancho de la interior *a' o'* del otro que se proyecta por el arco de círculo punteado *s' h*.

A estos dos tablones siguen otros dos que se acomodan del mismo modo, y cuando los cuatro *a b c d*, *p*, *g*, *r*, figura 114, estan sólidamente unidos, se introduce un anillo de hierro de cuatro líneas y media de grueso, y 20 líneas de ancho en las muescas de los *a b d c*, *g*. Este anillo que está representado por la circunferencia punteada de la figura 114, tiene varios agujeros para asegurarlo con clavos de cabeza perdida y con tuercas, como se ve en las figuras 119 y 120, advirtiendo que debe hacerse una escopleadura en la madera para que entren en ella las tuercas y redondelas. Los tablones *h*, *t*, *o*, *x* se disponen del mismo modo sobre las tablas circulares; y despues de concluido y de haber labrado en bisel la parte inferior del cofre, figura 115, se le pone una zapatilla de fundicion *b m s q*; ó si no la hay se rebaja la estremidad de los tablones hasta cuatro pulgadas y ocho líneas de largo, figura 117, y se les pone un ancho cerco de hierro *b*, *c*, *q*, terminado en bisel *p*, *q*, *o*, *n*, de manera que la cara interior *q o* esté exactamente en la prolongacion de la *o d*.

Este cofre parcial cilíndrico cuya solidez es bastante grande, se introduce en el agujero del mismo modo que el primer cofre cuadrado. Cuando los tablones mas pequeños se hallan ya al nivel del suelo, se coloca encima otro cofre *a b c d*, figura 113, al cual sigue un tercero, un cuarto, etc., segun sea el grueso de las arenas que es necesario atravesar. Todos estos cofres se construyen absolutamente de la misma manera, y se les ponen dos birolas de hierro *o p* y *g h* en la forma que representa la figura 113. Las partes *a n*, *r s*, *b q* de los tablones *a x*, *r y*, y *b v* deben ocupar los huecos que dejan los del cofre inferior, y cuando sus aristas se corresponden perfectamente, se fijarán unas á otras con clavos que disten entre sí unas seis pulgadas. Estos cofres parciales reunidos componen pues, como los cuadrados, un cofre único, cuyas superficies interior y esterior son perfectamente lisas.

Las figuras 112, 113 y 114 en que hemos tenido el cuidado de proyectar todas las líneas que puedan servir para hacer mas comprensible la construccion de estos cofres, dan una idea suficiente para ejecutarlos sin dificultad.

Ahora vamos á esponer el coste de un cofre cuadrado y el de un cilíndrico para que pueda hacerse la comparacion entre ambos.

§. 60.

| | Francos. | Centésimas. |
|---|---|---|
| Un cofre cuadrado se compone de cuatro tablones de olmo; dos de ellos de un pie y seis pulgadas de ancho, dos pulgadas y cuatro líneas de grueso, y catorce pies de longitud; y los otros dos de la misma longitud y grueso, pero de trece pulgadas y media de ancho, é importan. | 20 | 69 |
| 2.° Para labrarlos, componerlos y reunirlos necesita un carpintero cuatro dias y medio de trabajo, que á tres francos por dia importan... | 13 | 50 |
| 3.° Cuatro libras de clavos de cabeza de diamante, de cuatro á cuatro pulgadas y media de largo, para unir los tablones unos con otros. | 2 | 40 |
| 4.° Dos pernos rectangulares de 18 pulgadas de largo, de 7 líneas de grueso, y 20 líneas de ancho, terminados en tornillos que sirven para unir los tablones de trece pulgadas y media á los de 18, con sus tuercas y redondelas........ | 11 | 20 |
| 5.° Dos piezas rectangulares de hierro de las mismas dimensiones que los pernos para colocarlas en | | |

| | Francos. | Centésimas. |
|---|---|---|
| las muescas de las partes superior é inferior de los maderos anchos de los dos cofres parciales.......... | 11 | 70 |
| Total coste de un cofre cuadrado. | 59 | 49 |

§. 61.

| | Francos. | Centésimas. |
|---|---|---|
| Un cofre cilíndrico que se compone de 8 tablones de 14 pies de largo cada uno, y de 2 pulgadas y 4 líneas de grueso, necesita piezas de madera de 7 pulgadas y 10 líneas de latitud, 3 pulgadas y 6 líneas de grueso, y de 14 pies de longitud, y cuesta todo............ | 26 | 40 |
| 2.° Para labrar, arreglar y unir éstos tablones necesita un carpintero ocho dias de trabajo, que á 3 francos al dia componen......... | 24 | |
| 3.° Tres libras y media de clavos de cabeza de diamante, de 3 pulgadas y 6 líneas de longitud... | 2 | 10 |
| 4.° Dos birolas de hierro de 20 líneas de ancho, cuatro y media de grueso, y trece pulgadas y media de diámetro.................. | 19 | 20 |
| Total coste de un cofre cilíndrico. | 71 | 70 |

Comparando las dos sumas 59 francos 49 centésimas, y 71 francos 70 centésimas, que importa cada uno de los cofres de que hemos hablado, se ve que la diferencia es casi igual al quinto de la primera suma.

Como hasta ahora solo se ha hecho uso de los cofres cuadrados, y como segun el programa, la Junta

de fomento deseaba que se diesen á conocer principalmente los métodos confirmados por la esperiencia para la formacion de las fuentes ascendentes, solo hemos descrito en la edicion anterior los cofres cuadrados; pero como estamos convencidos de que serian mas ventajosos los cilíndricos, nos ha parecido conveniente no pasar en silencio en esta segunda los detalles sobre el modo de construirlos.

§. 62.

En las figuras de las estampas 19 y 20 se ven todas las dimensiones que han de darse á los cofres que hemos descrito; pero si la naturaleza de los terrenos exigiese la introduccion de cuatro ó cinco de diferentes tamaños, deben variar dichas dimensiones. En tal caso el primero, figura 140, estampa 23, deberá tener por la parte de afuera 3 pies, 1 pulgada y 2 líneas de ancho, y 2 pies, 6 pulgadas y 5 líneas de hueco interior: el segundo dos pies, 5 pulgadas y 4 líneas, y 1 pie, 11 pulgadas, 8 líneas: el tercero 1 pie, 10 pulgadas y 6 líneas; y 1 pie, 5 pulgadas y 6 líneas: el cuarto 1 pie, 4 pulgadas y 9 líneas, y 1 pie y 5 pulgadas, y en fin el quinto 11 pulgadas, 6 líneas, y 8 pulgadas y 3 líneas.

Como hemos dicho antes que tratariamos en toda su generalidad la cuestion relativa á la formacion de una fuente en terrenos que ofreciesen muchas dificultades, supondremos que se necesitan cinco cofres para llegar á las capas de caliza cretácea, y en esta suposicion se han formado los diseños de las estampas 22, 23 y 24.

§. 63.

Elegido ya el parage en que se ha de formar un surtidor natural, se abre un pozo cilíndrico de 17 á 20 pies de profundidad, y de unos 6 pies de diámetro, cuyas paredes se aseguran enmaderándolas por el método que vamos á esponer.

Supongamos que se haya puesto el enmaderamiento desde la parte superior del pozo hasta *m n*, figura 135, y que se trate de prolongarlo. En este caso se colocan dos trabajadores en *m n*, y sacan con un azadon y una pala la tierra de este espacio hasta unos tres pies de altura: cuando han llegado á *a b* sale del pozo uno de los trabajadores, y el que queda dentro toma 12 ó 15 estacas de 9 á 10 líneas de grueso, y las coloca al rededor de la escavacion introduciándolas en tierra unas cuatro pulgadas, como se ve en las figuras 135 y 136: toma en seguida paja, y despues de haber atraido hácia sí una de las estacas, *a* por ejemplo, la coloca y estiende por detras de una manera uniforme. Practicado esto en toda la altura *g' q'*, tuerce un poco la parte superior de cada estaca para introducirle por detrás la vara *m n*. Concluida esta operacion que debe hacerse en cada estaca, el trabajador que está en el fondo coloca al rededor del pozo varas de fresno de longitud igual al desarrollo de su circunferencia, y para hacerlo facilmente clava una en tierra, la *a b* por ejemplo, figura 135, y sujetándola con el pie la tuerce contra las paredes del pozo, como se ve en *a q b*. Despues coloca dos ó tres una sobre otra; pero como seria dificil poner de este modo todas las varas, se continúa de la manera siguiente.

El trabajador del fondo recibe del que está en la superficie de la tierra dos varas, una *o' p'*, figuras 135 y 136, cuya parte inferior *o'* clava en la tierra, y la otra *x y* la coloca encima de las tres ó cuatro que estan en la parte inferior del pozo. Mas como la vara *o' p'* está siempre debajo de la *x y* y descansa en el hombro derecho del trabajador de abajo, puede aproximarla á la pared cilíndrica *h, o, p, q, r*, cuidando de hacerle describir una curva casi circular que principie por el punto *h*; mientras que el de arriba dirige la parte superior. Al ejecutarse esto, pone el trabajador del fondo el pie en *d'*, figura 136, sobre la vara

$x\,y$, y por medio de la $o'\ p'$ la coloca horizontalmente al rededor del pozo. Las otras varas se van colocando tambien unas sobre otras sucesivamente hasta que esté enmaderado el hueco interior *a n*. Segun el grueso que tienen ordinariamente las varas bastan 40 para una altura de tres pies que un trabajador diestro coloca en hora y media.

Arreglada enteramente la parte *a n* se escavan otros tres pies, y se procede como antes; y si se ha comprendido bien lo que acabamos de decir, no será dificil saber como se han de colocar las estacas en la primera parte *m x*. Habiendo enmaderado toda la altura del pozo, se fijan al rededor de la vara que sale á la superficie del suelo, unas estacas inclinadas para que ni ella ni las que estan debajo muden de lugar.

Dispuesto así el pozo se allana el suelo lo posible, y se hacen en el $a''\ b''$, fig. 135, cuatro aberturas $c''\ d''\ e''\ f''$, fig. 136, $a''\ c''$, fig. 135, en las cuales se colocan otras tantas piezas de madera unidas de tal modo que la superficie superior esté exactamente al nivel del mismo suelo. Despues se ponen en el hueco interior de dichas piezas $p''\ q''\ r''\ s''$ otras dos $m'$, $n'$, escotadas ambas semicircularmente; y en la parte superior del pozo se coloca otra armazon igual á esta, y haciendo corresponder por medio de un hilo á plomo las aberturas *k*, fig. 135, con la *v*, fig. 136, habrá seguridad de que introduciendo la espiga de la sonda en las dos partes circulares bajará por una línea perfectamente vertical.

En el caso que se presuma que los trabajos del sondeo deben durar bastante tiempo, y que el terreno exige muchos cofres, se enmaderará con mucha solidez la escavacion que sirve para facilitar las operaciones, del modo siguiente.

Se forma con cuatro maderos un cuadro *a a*, *c c*, como se ve en la fig. 139, Estampa 22, y para que sean siempre perpendiculares uno á otro, se aseguran con jacenas $d'\ d'$. $d\ d$. Colocado y fijo el primer cuadro se sacan las arenas ó tierras que haya debajo, y se

introducen hasta dos pies y medio de profundidad tablas *e e*, y *e' e' e'* etc. detras de los maderos *a a c c*, cuidando de inclinarlas como estan en la figura que acabamos de citar. Cuando se han sacado ya cuatro pies de arena, se forma en el fondo de la escavacion, otro cuadro *q r s t* semejante al primero; pero cuyos maderos tienen tan solamente seis pies de largo, y se continua introduciendo las tablas *e e*, y *e' e' e'* etc., hasta que tengan la situacion que se ve en las fig. 139 y 153. Con el objeto de que la distancia que hay entre el primero y segundo cuadro no varie, se colocan en ella cuatro maderos verticales *h h*, y detras de las *q r s t*, como se hizo en el primero, otras tablas *f f*, é *i i i*, á fin de que impidan los derrumbos de la parte superior de los terrenos que hay que atravesar. De este modo se continua por medio de cinco cuadros sucesivos, cuyas dimensiones estan determinadas en la fig. 139, hasta la profundidad de unos veinte pies; y si el pozo se ha construido con cuidado, no presenta peligro alguno, y los operarios pueden bajar á él con seguridad. Este enmaderamiento es análogo al que se ha hecho en las minas de carbon de piedra de Tecklenburg para formar una galería de cincuenta pies de profundidad en arena suelta, cuya descripcion nos ha dado el señor Heron de Villefosse en su escelente obra de la riqueza mineral.

§. 64.

Concluido el pozo es menester para introducir los cofres verticalmente colocar sobre los maderos *n n n n* del último cuadro, fig. 139 y 142, Estampas 22 y 23, cuatro viguetas *n' g*, *k i*, *l v*, y *x y*, perfectamente perpendiculares unas á otras, y aseguradas con clavijas que entran en los maderos *n n n n*. Tambien se ponen otras cuatro sobre los maderos *q r s t* del segundo cuadro, Estampa 23 (no las hemos representado porque se sacan cuando el cofre está introducido de 13 á

16 pies), y debe cuidarse que los huecos, que llamarémos rejillas, en que ha de entrar el primer cofre, se correspondan entre sí, y por consiguiente que las superficies de los maderos colocados de un mismo modo arriba y abajo, se hallen en un mismo plano vertical. De este modo entrará el cofre verticalmente, y para evitar que algun ligero movimiento de los maderos le haga cambiar de posicion, se hace uso de cuñas de diferentes tamaños, fig. 139 y 142, Estampas 22 y 23, que se aprietan donde se nota el movimiento. Hay un medio de conocer si el cofre está siempre en posicion vertical, y consiste en tomar dos operarios un hilo á plomo cada uno, aplicarlo exactamente sobre dos líneas trazadas en medio de las caras contiguas del cofre, y observar si cuando recibe los golpes de la maza se introduce siempre verticalmente. En el caso de inclinarse un poco mas á un lado que á otro, se le endereza con las cuñas de que acabamos de hablar.

§. 65.

Cuando hay que atravesar arenas situadas debajo de la base del pozo (suponemos aqui formadas ya las rejillas), se hace con una barrena semejante á las que hemos descrito un agujero que se profundiza hasta que la arena no pueda sostenerse. Es facilísimo el manejo de esta herramienta: se ata la maroma *g* al anillo *a b c*, fig. 15, Estampa 7, se suspende la espiga de la sonda al estribo *d e f* por medio de un perno *v*, y se asegura á ella el cabo de la barrena. Para que el agujero que forme tenga el eje vertical, se colocan sobre las cuatro viguetas de la rejilla de arriba otros cuatro maderos pequeños, labrados de tal modo que sus caras superiores esten en un mismo plano, y se deja entre ellos un hueco como el *a b c d*, fig. 143, Estampa 23, en el cual se introduce una pieza compuesta de dos partes *b o*, y *o p*, fig. 145, que cada una tiene una abertura semicircular, como lo indica la fig. 147. Cuando

las dos partes estan reunidas, si se introduce la sonda en la abertura cilíndrica que forman, se mantendrá en una posicion vertical; y para que los operarios puedan ejecutar fácilmente los trabajos que exige el manejo de la sonda y la introduccion de los cofres, es necesario ahora formar sobre el segundo cuadro *q r s t*, Estampa 22, un piso provisional compuesto de maderos y tablones.

§. 66.

Colocada la espiga de la sonda en posicion vertical, se agarran tres ó cuatro trabajadores al manubrio que está sujeto á ella con la cuña *d*, *e*, fig. 19, Estampa 7, le dan vueltas y hacen que la herramienta se introduzca en la arena. Cuando ya está llena se quitan los maderos pequeños que se habian puesto en la rejilla, se saca la sonda, y se procede á la introduccion del primer cofre parcial. Para esto se suspende el cofre por medio de una cuerda á la maroma del aparejo, de modo que dirigiéndole con la mano se pueda introducir fácilmente en los huecos de ambas rejillas. Se acomoda en seguida al aparejo, Estampa 14, un madero *m n p q*, que las fig. 149 y 150, Estampa 23, representan en plano y alzado, introduciendo la parte superior del varal *g' h'*, fig. 86, en la abertura rectangular *a b c d*, fig. 149, Estampa 23, y haciendo entrar la estremidad del madero *n m p q* por medio de la otra abertura *k l i r* en el punzon *a b* del aparejo, y en fin se ata la cuerda *s t x* á la maroma *e f g* para asegurar el todo. Como el madero *n m p q* tiene una polea de fundicion sostenida por dos cojinetes *p' q'*, se hace pasar por su carril una cuerda *e' f' o*, Estampa 14, y en uno de los cabos se cuelga una maza de unas 500 libras de peso, y para moverla se colocan varios hombres en el piso formado sobre el segundo cuadro *q r s t*, Estampa 22, los cuales la levantan por medio de otras cuerdas atadas al estremo *e'*. Dispuesto todo el aparejo, como se ve en la fig. 87, se acomodan encima

de las dos tablas mas cortas $a' c'$, y $b' d'$, fig. 106 y 107, Estampa 19, del primer cofre parcial colocado ya entre las rejillas: otras dos de tres pies y medio de longitud, que se sujetan provisionalmente á las $a\ b$, y $c\ d$, con clavos y una birola de hierro. Se introducen en seguida en las muescas que tienen las dos tablas grandes en la parte superior $a\ b$ y $c\ d$, dos piececitas de hierro, y se cubre la cabeza del cofre con un bastidor que está representado en plano y perfil por las fig. 143 y 144. Este bastidor se compone de cuatro piezas colocadas unas sobre otras en ángulo recto: las dos $m\ n$, y $r\ s$ se aplican como se ve en la fig. 144, contra los cantos de las dos tablas grandes $a\ b$ y $c\ d$, fig. 106, Estampa 19: sobre estas piezas hay otras cuatro $e\ f$, $g\ h$, $i\ k$ y $l\ o$, fig. 143, que sirven para disminuir la abertura rectangular $a\ b\ c\ d$, y reciben la plancha $p$, fig. 87, Estampa 14. Asi puede la maza introducir el cofre sin destruirlo en el agujero formado por la barrena. Para que la maza suba siempre en la direccion de una misma línea vertical se coloca, figura 139, Estampa 22, sobre dos lados del segundo cuadro $q\ r\ s\ t$, un madero $l'$ que sostiene el varal $g'\ h'$, al cual se adapta otra pieza $c'\ r'$ que se puede quitar cuando se quiera (V. la esplicacion de las Estampas). Cuando en lugar del aparejo de que hablamos se hace uso de la maza de cabria, hay la ventaja de poder emplear un manubrio de 10 pies de longitud, en cuyo caso se aprovecha toda la fuerza de los hombres que estan en él, mientras que con el aparejo tiene que ser la longitud del manubrio igual á lo mas al doble de la distancia que hay del varal al centro del agujero de sonda. Si se trata de hacer obrar á la maza sobre los cofres por medio de la cabria, se deberán colocar los largueros verticales que la guian como hemos esplicado anteriormente.

§. 67.

Cuando el primer cofre parcial ha entrado algunos pies en la arena, se sacan la birola y las tablas pequeñas que se habian puesto en la parte superior del mismo cofre, y para poder introducirlo mas profundamente, se le sobrepone otro cuyas partes deben coincidir perfectamente con las del primero. Despues que las pequeñas lengüetas de hierro *s s*, *q''*, fig. 106, han entrado en las muescas de las tablas del segundo cofre, se asegura con el primero, como hemos esplicado anteriormente. Concluida esta operacion, se ponen en la parte superior del segundo cofre las tablas pequeñas que se han sacado del primero, y la birola de hierro que sirve para fijarlas, y se colocan dos piezas pequeñas ó láminas de hierro en las muescas de las tablas *a b*, y *e f*, fig. 110, Estampa 19. Se baja en seguida la espiga de la sonda al interior de los cofres con una de las herramientas descritas; se colocan de nuevo las dos piezas *b o* y *o p*, fig. 146, Est. 23, que sirven para mantenerla en una posicion vertical, y los operarios se agarran al manubrio y comienzan á trabajar de nuevo. Si la arena que sacan con las barrenas es muy suelta, se adapta á la espiga de la sonda el instrumento representado por las fig. 66 y 67, Est. 10, que se emplea útilmente en este caso. Habiendo ya sacado una cierta cantidad de arena, se vuelven á poner sobre el cofre los bastidores, fig. 143 y 144, Est. 23, y la pieza *p*, fig. 87, Est. 14, y se hace obrar de nuevo á la maza. Es importante no esperar que se hayan sacado muchos pies de arena para introducir los cofres, cuyos trabajos deben alternarse con frecuencia, pues de este modo se hace mejor la operacion, y son menos de temer los efectos de los desmoronamientos que se verifican de contínuo en las masas de arena al tiempo de atravesarlas.

§. 68.

Reunidos dos cofres parciales se forma un tablado al nivel dela escavacion que representa la fig. 139, Estampa 22, valiéndose de los maderos *u' u'* que descansan sobre las *a a* del primer cuadro, y de los tablones *s' s'* que se quitan cuando se quiere. Con este piso y con el que sostiene los maderos *q r s t*, se puede manejar la sonda con facilidad, y dirigir la introduccion de los cofres.

§. 69.

Si el primer cofre único tiene grandes dimensiones, es bastante dificil introducirlo; pero como solo sirve para contener las primeras capas de arena á una profundidad de 25 á 30 pies, y como por otra parte tiene táles dimensiones que se pueden introducir hasta cuatro en su hueco, se suspende el golpearlo cuando ya la maza no produce efecto alguno sobre él. En este caso se baja otro de las dimensiones que hemos esplicado ya, y para hacer fácilmente esta operacion se introduce primero el cofre parcial que tiene una zapatilla, y se pasa por debajo de las aristas superiores en que rematan las tablas del primer cofre parcial, y por enmedio del ancho, una barra cuadrangular de hierro de una pulgada y dos líneas de lado, en cuyos estremos se ata una cuerda que se une con un gancho en *s* á la maroma del aparejo. Cuando el cofre se halla en una posicion vertical, se baja hasta que las estremidades de la barra de hierro que lo atraviesa esten colocadas sobre el primer cofre único que hay en el nivel del tablado del segundo cuadro *r s t* de la escavacion representada en la Est. 22. Hallándose ya en una posicion fija, se le agrega un segundo cofre parcial por los medios que hemos descrito, y se pasa por su parte superior otra barra de hierro, á la cual se ata la cuerda que se ha sacado de la primera para unirla de nue-

vo á la maroma del aparejo. Asegurados perfectamente ambos cofres se levantan para sacar la barra de hierro que sostenia el primer cofre parcial sobre el único introducido anteriormente, y se bajan en seguida los dos hasta que la segunda barra se halle en la misma situacion que tenia la primera. Asi se agregan unos á otros tantos cofres parciales, cuantos son necesarios para llegar al punto en que se ha detenido el primer cofre único. Concluido esto se hace obrar la espiga de la sonda, y cuando la herramienta ha sacado un pie cúbico de arena, se suspende la operacion, y se comienza á golpear con la maza sobre los cofres para obligarlos á bajar. Al introducirse estos no conmueven como los primeros todo el grueso de la capa de arena, sino tan solamente hasta una altura igual á la diferencia que hay entre la longitud del primer cofre único, y la del segundo.

§. 70.

En el caso de temerse que los agujeros formados en los cofres parciales por las barras de hierro que sirven para bajarlos ó para sostenerlos disminuyan su solidez, se podrá emplear el medio que se usa para introducir las busas en el agujero, medio que describiremos al tratar de su construccion.

§. 71.

Es necesario cuidar, como ya lo hemos encargado, de hacer obrar la maza sobre los cofres inmediatamente despues de haberlos introducido 8 ó 9 pulgadas en la arena. La operacion se alarga mucho á la verdad, pero en este caso no debe tomarse en consideracion el tiempo, y es preferible sacrificar algunos dias, y obrar con seguridad, que correr riesgo apresurándose mucho, de tener que comenzar de nuevo. Pero á veces sucede que despues de haber introducido el se-

gundo cofre único hasta 70 ó 90 pies con las precauciones convenientes, es necesario volver á principiar el trabajo, por haberse llenado de arena una parte considerable de su hueco. Esto proviene regularmente de la conmocion que se comunica á las masas de arena que se encuentran detras del cofre, cuando se hace obrar la maza, cuyo efecto suele ser á veces tan instantáneo á causa de la grande movilidad de las moléculas de arena, que no da tiempo para sacar los instrumentos, y es menester por lo mismo abandonarlos.

§. 72.

Algunas veces es tan considerable la presion que hacen las arenas contra las caras esteriores de los cofres, que los golpes de la maza producen un efecto muy pequeño. En Calés hemos visto dar sobre cofres introducidos 87 pies en una arena muy suelta, hastà once tandas de 30 golpes con una maza que pesaba mas de 700 libras, sin que pudiesen bajar en este tiempo más de una pulgada. La elasticidad de las tablas se opone en este caso á que los efectos de la maza se comuniquen hasta lo último. Ademas, si se quisiese, para dar mas altura á la maza, hacer uso de una cabria de clavar estacas, solo podria emplearse muy pocos instantes, porque las tablas no resistirian los golpes, y los cofres se destruirian. En tal caso es necesario introducir en los segundos cofres otròs que tengan menores dimensiones, lo que se ejecuta con facilidad, siguiendo el mismo método que hemos descrito. Sin embargo, como esto no debe hacerse sino en el último apuro, se puede probar antes otro medio para bajar el segundo, aunque la maza no cause efecto alguno. Este medio que se ha empleado algunas veces, y de cuyos resultados podria dudarse, á no haber sido confirmados por la esperiencia, consiste en hacer obrar la sonda en el interior de los cofres al mismo tiempo que se hace en su parte superior una pre-

sion muy fuerte. Pero se deja conocer que no puede verificarse esta presion, sino por medio de un punto de apoyo y de palancas, cuyos efectos estan en razon de sus longitudes y de la intensidad de la fuerza que se aplica á uno de los brazos. Hé aqui uno de los medios que se pueden emplear para fijar el punto de apoyo, y de que se ha hecho uso en Calés con algunas modificaciones. Se coloca primero verticalmente un madero *a b*, fig. 151, Estampa 24, y se le adaptan por medio de clavijas las jacenas *c d* y *e f*, que se ven en dos diferentes sentidos en las fig. 151 y 152. Despues se introducen á fuerza de golpes cuatro maderos *o o*, *p p* por los puntos *k* y *l* de las tablas de dos pulgadas de grueso, se colocan perpendicularmente á su direccion, y se apoyan contra las jacenas *c d*, y *e f*: segun esta disposicion es evidente que si la viga *a b* sufre una traccion en el sentido vertical de *a* hácia *b*, se mantendrá en su situacion primitiva, porque los maderos *o o*, y *p p*, se opondrán á su movimiento. Es necesario, vista la disposicion del cofre, que las piezas *o* y *p* tengan sus análogas en la cara opuesta á la *a' b'*, como se ve en la fig. 152. En el caso de temerse que la viga *a b* no tenga mucha solidez, se pondrán otras jacenas *q r* y *o' s*, fig. 151 y 153, contra las que se apoyarán los maderos *p'* y *q'* colocados perpendicularmente á las tablas *s'* y *t*. Si á pesar de esto la viga *a b* cambiase algun tanto de lugar, será preciso introducir nuevas tablas sobre las *k l s'* y *t*, fig. 151 y 153, á fin de anular el esfuerzo que harian contra ella los maderos *o o p p p'* y *q'*.

§. 73.

Hallándose ya la viga *a b* en una posicion fija, se introducen en las aberturas circulares hechas en *x* é *y*, fig. 151 y 154, dos piezas de madera ó de hierro *x x* é *y y*, que se aseguran con barras de este metal *a'' b''*, *a'' b''*. En seguida se coloca sobre el cofre *a' b'* el bas-

tidor $e' d' e' e'$, que hemos representado en plano y perfil en las fig. 143 y 144, Estampa 23, y sobre él se levanta el maderage $o'' p''$, compuesto de piezas colocadas unas sobre otras, como se ve en las fig. 151 y 154. En este estado, para que dicho maderage pueda sufrir una presion capaz de hacer bajar el cofre $a' b'$, se colocan dos árboles $x' u$ y $x' u$, á una parte y otra de la viga $a b$, cuyas estremidades $u$ pueden levantarse con una tuerca $v' v'$, en la cual entran dos tornillos $d'' d''$. Alzando pues con las palancas $k i$ dicha tuerca, se hace por medio de los dos árboles $x' u$ y $x' u$ una presion sobre $o'' p''$, tanto mayor, cuanto la altura de los pasos del tornillo es mas pequeña relativamente á la circunferencia descrita por la estremidad de las palancas $k' i$ y $k' i$, fig. 151 y 155, y cuanto mayor es la diferencia que hay entre las longitudes $x x''$ y $x g''$ situadas á una parte y otra del punto de apoyo $x$. En Calés hemos visto romperse árboles de 16 pulgadas de diámetro, y hemos calculado que la presion que ejercian en el momento de su rotura, era equivalente á un peso de cerca de 50.000 kilogramas.

§. 74.

Hemos representado los tornillos $d'' d''$ con una direccion perpendicular á la de los árboles $x' u$, $x' u$; pues aunque realmente no esten colocados asi, es facil conocer que cuanto mas se eleven los estremos de estos árboles, mas propenden los tornillos á ponerse en la situacion que les hemos dado en la fig. 151.

§. 75.

Mientras que se efectua la presion sobre el cofre $a' b'$, se baja por su hueco la espiga de la sonda, lo que se hace con facilidad, pues que los árboles $x' u$ y $x' u$ estan á bastante distancia uno de otro. Es facil concebir que durante el tiempo en que se saca á

la superficie el instrumento lleno de arena, es cuando la presion produce mayor efecto. Introducido el cofre algunas pulgadas, se desmonta la ensambladura, se aparta la sonda y los árboles $x'$ $u$ y $x'$ $u$, se forma otra $o''$ $p''$, fig. 151, con distintos maderos; y restablecido todo se comienza á hacer sobre la cabeza del cofre $a'$ $b'$ una nueva presion. Cuando se ve que ya no produce efecto, despues de haber empleado todos los medios, que sin perjudicar al cofre, pueden contribuir á que baje; debe tratarse de introducir otros en el interior de este último, y con esta sucesion de cofres se llega en fin á atravesar todas las capas de arena, y á separarlas enteramente del hueco interior que se hubiese formado.

La fig. 7 de la Estampa 5 representa en perfil dos cofres y una busa introducidos sucesivamente para llegar á las capas de caliza cretácea, que contienen las aguas que se trata de elevar á la superficie de la tierra.

Cuando las arenas son muy sueltas se hace el trabajo con lentitud, y se pueden atravesar sus capas si no tienen mas de 80 á 90 pies de grueso con un solo cofre de un pie de hueco, compuesto de tablones de dos pulgadas de grueso, aunque seria preferible emplear dos.

Bien que no nos hayamos estendido sobre las dificultades que presenta el establecimiento de los surtidores naturales en terrenos de arena, hemos creido no obstante á propósito insertar aqui una tabla que presente la análisis de un sondeo emprendido en arenas sueltas, por cuyo medio se puede seguir dia por dia el ahondamiento del cofre de que se ha hecho uso para llegar á una profundidad de 87 pies.

# TABLA.

| Número de dias de trabajo. | Introduccion del cofre al dia. | | | Número de tandas, y golpes de maza que ha recibido el cofre. | | Naturaleza de los terrenos atravesados. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | En los dos primeros dias se ha hecho uso de un madero manejado con la mano para mover la maza. | | | Como la escavacion tenia 17 pies, 11 pulgadas y 10 líneas de profundidad, ha empezado desde ella la percusion del cofre. |
| | P. | P. | L. | Tandas. | Golpes. | | |
| 1.er dia. | 3 | 9 | 11 | .. | ... | Arena fluida como el agua. | |
| 2.º | 3 | 5 | 3 | .. | ... | Id. | |
| 3.º | 1 | 11 | 9 | 10 | 200 | Id. | Desde el tercer dia se ha empleado para introducir el cofre una maza de 220 kilogramas. |
| 4.º | 3 | 11 | 7 | 10 | 250 | Id. | |
| 5.º | 7 | 2 | .. | 24 | 720 | Arena un poco menos fluida. | La maza obraba 2 ó 3 veces al dia, y se empleaba una hora en cada 12 ó 15 tandas de 30 golpes cada una. |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6.° | 2 | 7 | 3 | 23 | 665 | Arena mas fluida mezclada de pequeños cantos. | |
| 7.° | 1 | 4 | 3 | 21 | 930 | Arena gris negruzca fluida. | Cuando ya no bajaba el cofre, se sacaban las arenas con barrenas y cucharas de varias formas. |
| 8.° | 2 | 3 | 1 | 59 | 1500 | Id. | |
| 9.° | 3 | 1 | 11 | 55 | 1690 | Arena negruzca con algunos pequeños cantos. | |
| 10 | 3 | 2 | 4 | 57 | 1770 | Arena mezclada con un poco de arcilla. | El décimo dia se colocó el 4.° cofre parcial de unos 10 pies de longitud. La arena subia por el hueco del cofre cada vez que se sacaba la barrena. |
| 11 | 2 | 7 | 8 | 36 | 1080 | Id. | |
| 12 | 3 | 11 | 7 | 54 | 1740 | Id. | |
| 13 | 3 | 1 | 11 | 47 | 1580 | Arena un poco mas grasienta. | |
| 14 | 1 | 8 | 1 | 38 | 1540 | Arena mas fluida. | Se substituyó á la maza de 220 kilogramas otra de 381. |
| 15 | . | 8 | 4 | 20 | 600 | Id. | |

| Número de dias de trabajo. | Introduccion de cada cofre al dia. | | | Número de tandas, y golpes de maza que ha recibido el cofre. | | Naturaleza de los terrenos atravesados. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 2 | 5 | 3 | 40 | 1200 | Id. | |
| 17 | 2 | 2 | 8 | 40 | 1200 | Arena mas fluida gris de pizarra. | Se hizo uso de un instrumento representado por la figura 64, para arrancar un clavo que se habia atravesado, á causa de la presion, en el hueco del cofre. |
| 18 | 2 | 7 | 3 | 40 | 1200 | Id. | |
| 19 | 2 | 10 | 5 | 18 | 540 | Id. | |
| 20 | 1 | 4 | 8 | 28 | 840 | Id. | |
| 21 | 1 | 4 | 8 | 38 | 900 | Id. | Las arenas subian en el interior del cofre á proporcion que obraba la maza, y cuando se sacaban las arenas. |
| 22 | 1 | 2 | 7 | 30 | 900 | Id. | |
| 23 | . | 11 | 3 | 1 | 630 | Arena muy fluida. | |
| 24 | 1 | 2 | 2 | 17 | 510 | Id. | |
| 25 | 11 | .. | 8 | 32 | 960 | Arena muy fluida. | |
| 26 | 1 | .. | 6 | 36 | 1080 | Arena de color ceniciento. | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 27 | 9 | .. | 7 | 20 | 600 | Id. | La arena subia siempre en el hueco del cofre cuando obraba la maza. |
| 28 | 1 | 4 | 8 | 30 | 900 | Id. | |
| 29 | 1 | 10 | 5 | .. | ... | Id. | |
| 30 | 1 | 5 | 6 | 30 | 900 | Id. | |
| 31 | . | 3 | 9 | 12 | 360 | Id. | No se ha hecho uso de la maza porque la arena estaba muy alta en el cofre. |
| 32 | . | .. | .. | .. | ... | Id. | |
| 33 | . | 2 | 1 | 10 | 320 | Arena un poco mas gruesa siempre de un color ceniciento. | Se han sacado en dos dias mas de 21 pies cúbicos de arena, sin que el cofre haya pasado mas de 2 pulgadas. |
| 34 | . | .. | .. | .. | ... | Id. | |
| 35 | . | 7 | 6 | .. | 102 | Id. | Se ha usado siempre la misma maza, pero á la manera de clavar estacas: la altura de su caida eran 22 pies. |
| 36 | . | 4 | 2 | .. | 93 | Arena fluida mezclada con cantos. | |
| 37 | . | 5 | .. | .. | 47 | Id. | |
| 38 | . | 1 | 3 | .. | 19 | Id. | |

| Número de dias de trabajo. | Introduccion de cada cofre al dia. | | | Número de tandas, y golpes de maza que ha recibido el cofre. | | Naturaleza de los terrenos atravesados. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 39 | 9 | 2 | 1 | .. | 79 | Arena fluida mezclada con cantos. | |
| 40 | .. | ... | ... | ... | .... | Id. id. gris cenicienta. | La arena estaba al principio del dia 7 pies mas alta que el herrage del cofre, y no se hizo uso de la maza porque fue menester sacar toda la arena. |
| 41 | . | 1 | 3 | .. | 45 | | |
| 42 | .. | .. | 5 | .. | 20 | | |
| 43 | . | 2 | 6 | .. | 140 | | |
| 44 | .. | ... | ... | ... | .... | | |
| 45 | .. | .. | .. | .. | ... | | |
| 46 | .. | 3 | 4 | .. | 120 | | La arena subia en el cofre á proporcion que se sacaba. |

Este sondeo no se ha continuado por causas particulares, ni se hubiera podido sin introducir en el primero otro cofre de 8 pulgadas y 3 líneas de hueco, y de 2 pulgadas y tres líneas de grueso para que hubiesen podido entrar despues en él busas de 7 pulgadas y 10 líneas de diámetro esterior.

La tabla siguiente corresponde á otro sondeo que se ha emprendido en un terreno de arena absolutamente semejante al de la anterior, y en el cual se han empleado 4 cofres para poder llegar á las capas arcillosas situadas á 160 pies de profundidad.

| Número de cofres. | Número de dias empleados para introducirlos. | Grueso de los tablones y hueco interior. P. | P. | L. | Espesor de los terrenos atravesados. P. | P. | L. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 34 | (*) 2<br>(**) . | 7<br>3 | 3<br>4 | 59 | 9 | 2 | En esta tabla se ve que han sido necesarios 125 dias de trabajo para introducir hasta 148 pies, 11 pulgadas, 2 líneas, los 4 cofres. |
| 2 | 39 | 1<br>. | 11<br>2 | 9<br>. | 102 | 11 | 8 | Para introducir el cuarto cofre 10 pies, 9 pulgadas, 8 líneas, han sido necesarios 8 dias, y se han atravesado 1 pie, 5 pulgadas, 8 líneas de arena, y 7 pies, 2 pulgadas de arcilla. |
| 3 | 44 | 1<br>. | 5<br>2 | 6<br>6 | 138 | .. | 6 | |
| 4 | 8 | 1<br>. | ..<br>2 | 1<br>6 | 148 | 11 | 2 | |

(*) Hueco interior del cofre.
(**) Grueso de los tablones.

§. 76.

Cuando entre las capas de arena hay bancos de arcilla interpuestos, es necesario para introducir los cofres hacer uso de los instrumentos representados por las figuras 28, 29 y 37, á fin de poder hacer un agujero cilíndrico de un diámetro bastante grande para que la zapatilla del cofre desaloje muy poco terreno firme.

Cuando las arcillas son mates y se han empleado ya los instrumentos que acabamos de indicar, es menester echar mano del que representan en plano, perfil y alzado las figuras 34, 35 y 36. Si se encontrasen enmedio de estas arcillas ó capas de arena que hay que atravesar bancos de cantos, se emplearán para romperlos y sacarlos los cinceles, el atrevido, el doble tirabuzon, y algunas veces las barrenas representadas por las figuras 25 y 28, si los cantos son de un volumen muy pequeño. Como hemos entrado al hacer la descripcion de estas herramientas en detalles bastante estensos sobre el modo de manejarlas, creemos inútil volver á hablar de este particular.

§. 77.

Cuando se hace uso de los tirabuzones y de los trépanos listados, debe procurarse que no se introduzcan mucho, porque entonces es muy difícil sacarlos, y á veces las cuerdas no pueden resistir á los esfuerzos que se hacen para conseguirlo. La resistencia que se observa proviene casi siempre de que destacándose de las partes superiores que se han atravesado algunos cantos caen en el fondo del agujero de sonda, y se oponen obstruyendo el paso, á que suba la espiga, ó bien porque introduciendo los instrumentos enmedio de los cantos les hacen mudar de lugar, y sucede con frecuencia que en su nueva posicion se agrupan de

modo que se oponen á la salida de los instrumentos. Si se presenta este caso, deben tomarse dos piezas de madera de siete pulgadas de latitud, y de unos tres pies y medio de longitud, y de cinco pulgadas de grueso; se formará á lo ancho de una de sus caras una entalladura compuesta de dos planos que se corten en ángulo recto para recibir sobre una de las aristas la espiga de la sonda. Dispuestas así estas piezas se aseguran á la espiga con pernos y tuercas que se ajustan cuando estan en posicion horizontal, y á unas 9 ó 11 pulgadas sobre el suelo. Por medio de los pernos y de las tuercas se pueden aproximar estas dos piezas lo que se quiera, porque las entalladuras que presentan no son tan profundas que la espiga de la sonda entre enteramente en ellas. Se coloca en seguida cerca de la espiga un punto de apoyo que sirve para manejar dos palancas, se introduce uno de los brazos por debajo de aquellas piezas, y al hacer sobre el otro un esfuerzo mas ó menos grande, se levantan las piezas de madera y desprenden la espiga de la sonda. Si resbalasen á lo largo de esta espiga seria necesario embutir en ella para recibir las entalladuras dos planchas de acero, y procurar que las partes que correspondiesen á las caras de la espiga presentasen estrias horizontales para que ajustando las tuercas no hubiese ningun desliz. Si en fin las palancas no produjesen bastante efecto, se daria á las piezas de madera mas longitud, y se colocarian á una parte y otra de la espiga dos pares de gatos, de manera que las tuercas de cada par sostuviesen la estremidad de estas piezas, y haciendo girar entonces los tornillos que descansen sobre plantillas, se levantaria la sonda, y se sacarian los instrumentos que se hubiesen introducido en los cantos.

Cuando la sonda ha llegado á una gran profundidad, y los trabajadores que la manejan no pueden ya levantarla con solo la fuerza de sus brazos, el mejor y mas sencillo medio que se puede emplear para la continuacion de los trabajos, consiste en valerse de un ár-

bol de encina de 40 á 50 pies de largo, y de 11 á 13 pulgadas de grueso en uno de sus estremos. Este árbol se coloca sobre un caballete compuesto de dos largueros inclinados y de un travesaño horizontal, y se dispone de manera que su punta mas delgada esté en el eje del agujero de sonda, y 9 ó 10 pies mas alta que el tablado en que trabajan los operarios. La otra punta se clava en tierra, ó se mantiene en una posicion invariable por medio de algunos maderos. La parte superior del árbol, esto es, la que corresponde al eje del agujero de sonda, tiene dos planchas de hierro de tres y medio á cuatro pies y medio de longitud, y 2 pulgadas y 9 líneas de latitud, sujetas con pernos y tuercas. La plancha superior remata en un gancho apoyado contra la seccion vertical que presenta la estremidad superior del árbol de que hablamos, á fin de que se pueda suspender en él una cadena de hierro de 9 á 7 pies de longitud. Esta cadena sirve para sostener el manubrio descrito en el párrafo 24, pasándola por el anillo que tiene encima. El gancho de hierro en que remata la cadena entra en uno de los eslabones superiores, y como pueden colocarse otros mas bajos se infiere que es posible subir y bajar la sonda cuando se quiera.

Como el manubrio se halla desde un principio en tal situacion que la herramienta de la sonda no toca al fondo del agujero, resulta que los cuatro ó cinco hombres que se colocan en los brazos del manubrio, pueden bajarla de un golpe 6 á 7 pulgadas, para romper la roca sin que les cueste trabajo alzar la sonda, porque vuelve á recobrar la disposicion primitiva á causa de la elasticidad del árbol. Por este medio se repiten rápidamente los golpes, y la herramienta puede obrar con utilidad 25 ó 30 veces por minuto, con lo que se acelera mucho el trabajo. Nosotros hemos visto sondeos en que despues de haber atravesado 120 pies de pizarras arcillosas, se continuaron mas de 350 pies en calizas granujientas de transicion que

eran verdaderos mármoles de una corpulencia no interrumpida de mas de 240 pies, sin que se presentasen dificultades.

La sonda obraba tan solamente por percusion, y aunque se encontraba ya á 240 pies bajo la superficie de la tierra, formaba en doce horas de trabajo un agujero de mas de dos pies de profundidad, y de cuatro pulgadas de diámetro. Asi pues no podemos dejar de aconsejar este medio cuando haya que atravesar areniscas, calizas ú otra especie de roca. Tambien creemos que podrian ejecutarse sondeos, especialmente para buscar minas, hasta una profundidad de 600 á 700 pies, sin que la barrena obrase mas que por percusion; pero en este caso para poder disponer de una gran fuerza de resorte se deberian colocar dos árboles en sentido opuesto, cuyo punto superior correspondiese al medio del agujero de sonda, reunir con tres ó cuatro eslabones los gauchos de las planchas de hierro de las puntas superiores de los árboles, y suspender á uno de ellos la cadena que sostiene el manubrio, por cuyo medio se emplearia una fuerza elástica tan intensa como se quisiese.

Asi que la sonda se encuentra á la profundidad de 240 pies, conviene ocupar seis operarios en la continuacion del trabajo. Cuatro se colocan de ordinario en los brazos del manubrio; pero hay siempre dos que descansan 12 á 15 minutos, y que en seguida ocupan el lugar de los que han trabajado por media hora. Este modo de hacerles suceder unos á otros permite que se continúe el trabajo sin interrupcion.

En el caso que convenga servirse como hemos supuesto aqui de la elasticidad de un árbol para continuar los trabajos del sondeo, es necesario, si las palancas de que se hace uso tienen 16 pies de longitud, procurarse otras cuatro de uno, dos, cuatro y seis pies de largo, para que uniéndolas unas á otras se pueda manejar facilmente el manubrio que debe estar siempre á unos 3 pies sobre el tablado donde se colocan los trabajadores.

Unidas todas estas palancas unas á otras, se coloca una de 16 pies sobre la cual se unen de nuevo para que al trabajar, el manubrio esté siempre casi á la altura que acabamos de indicar.

Los árboles que se deben emplear como resortes, pueden colocarse facilmente sin que haya necesidad de cambiar la posicion de la grua representada en las figuras 88 y 89, y de que se hace uso en la continuacion del sondeo. Basta para esto levantar los largueros verticales que dirigen la maza, y disponer los árboles de manera que sean paralelos á las aristas de la solera de la cabria; pero los largueros verticales no se colocan sino cuando hay necesidad de golpear sobre los cofres, y se quitan asi que la maza deja de obrar para que los trabajadores puedan volver al manubrio.

§. 78.

El agujero de sonda que se haga en las capas de arcilla, no debe pasar de 9 pulgadas de diámetro, á no ser que haya debajo otras de arena, en cuyo caso habrán de ser mayores las dimensiones para que se puedan introducir los cofres al mismo tiempo que los instrumentos adaptados á la espiga, hasta que se sepa ciertamente que se puede continuar profundizando el agujero de la sonda con el diámetro que acabamos de indicar.

§. 79.

Atravesadas todas las capas de tierra, de arena, de cantos, etc., y habiendo llegado á las de arcilla que estan sobre la caliza cretácea, se suspende la introduccion de cofres despues que han entrado tres ó cuatro pies en dichas arcillas, porque ya no hay que temer que caiga ninguna arena. Se abre en seguida un agujero de 9 pulgadas, y se continúa hasta encontrar la caliza cretácea, á fin de poder bajar desde la superficie del terreno hasta esta roca busas de 7 pulgadas y 10 líneas de diá-

metro esterior, y de 3 pulgadas y 6 líneas de hueco. Las arcillas en que se introducen las busas tienen una corpulencia muy variable, y solo se diferencian las mas veces por los colores: el penetrarlas solo exige tiempo, y hay casi siempre certeza de vencer los obstáculos que se presenten; lo que no sucede con las capas de arena; cuyas dificultades crecen en una progresion mas rápida que la que sigue la corpulencia de las capas.

La tabla siguiente da á conocer el tiempo que se puede emplear en atravesar capas arcillosas de 74 pies de grueso, cuando el sondeo ha llegado á la profundidad de 150 pies bajo la superficie. En el ejemplo que ponemos aqui, el terreno atravesado antes de llegar á las capas arcillosas se componia esclusivamente de una masa de arena de 150 pies de corpulencia, como lo indica la tabla anterior que hemos estampado para que se pueda apreciar el tiempo que exige la introduccion de cuatro cofres en una masa de arena suelta.

| Número de dias de trabajo. | Cantidad ahondada diariamente. | | | Naturaleza de los terrenos atravesados. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|
| | P. | P. | L. | | |
| 1 | 6 | 6 | .. | Arcilla muy dura. | El agujero de las arcillas tenia 9 pulgadas, 6 líneas, y se hizo con barrenas de 4 pulgadas y 8 líneas de diámetro hasta 9 pulgadas y 10 líneas. |
| 2 | 4 | 2 | 6 | Id. | |
| 3 | 7 | 2 | .. | Arcilla gris bastante blanda. | Esta arcilla contenia piritas ferruginosas que impidieron que el instrumento bajase. |
| 4 | 4 | 6 | 3 | Arcilla mas dura. | |

| Número de dias de trabajo. | Cantidad ahondada diariamente. | | | Naturaleza de los terrenos atravesados. | OBSERVACIONES. |
|---|---|---|---|---|---|
| 5 | . | . | . | Id. | |
| 6 | 1 | 9 | 8 | Id. | |
| 7 | 5 | 5 | 11 | Arcilla bastante blauda. | |
| 8 | 2 | 9 | 11 | Id. | |
| 9 | . | . | . | Id. | Se sacó con mucho trabajo una grande cantidad de piritas, y no se profundizó nada en el dia. |
| 10 | 4 | 5 | 10 | Arcilla bastante blanda. | |
| 11 | 1 | 5 | 11 | Id. | |
| 12 | 2 | 7 | 3 | Id. | |
| 13 | 2 | 1 | 11 | Arcilla un poco mas dura. | Tambien se encontraron piritas. |
| 14 | 1 | 10 | 11 | Arcilla muy dura. | Arcilla mezclada con piritas. |
| 15 | 2 | 3 | 11 | Id. | |
| 16 | 6 | 5 | 2 | Menos dura y un poco blanquecina. | |
| 17 | 4 | 6 | 8 | Id. | |
| 18 | 4 | 7 | 11 | Arcilla arenosa y verde. | |
| 19 | 4 | 6 | 3 | Id. id. gris. | La arcilla que se sacó al fin del dia era menos arenosa. |
| 20 | 4 | 9 | 7 | Id. pura negruzca. | |
| 21 | 4 | 9 | 7 | Id. pura y blanda. | |
| 22 | 3 | 9 | 1 | Id. con cantos. | |
| 23 | . | 5 | 10 | Caliza cretácea. | |

Por esta tabla se ve que el ahondamiento del agujero de sonda era cada dia por término medio de 3 pies y 5 pulgadas; pero es necesario advertir que si las arcillas hubiesen sido perfectamente puras y homogéneas, el trabajo se habria acelerado mas, y es probable que se hubieran podido ahondar seis pies por dia.

Para completar todo lo relativo al manejo de la sonda, entrarémos ahora en algunos detalles sobre el modo de alargarla y desarmarla.

§. 80.

Cuando la sonda está suspendida en el interior de los cofres y se quiere alargar, se levanta por medio de la maroma; se quita la cuña *d e*, figura 19, estampa 7, y se pone el manubrio sobre el cofre, se vuelve á bajar en seguida poco á poco la espiga hasta que la parte superior de la primera barra esté cerca del manubrio. Se hace entonces entrar la espiga en la abertura *n o*, figura 18, y se le asegura con la cuña *d e* que se aprieta fuertemente con un mazo. En este estado es imposible que se deslice por la abertura *n o*, ya porque la sujeta la cuña *d e*, ya porque la parte superior de la primera barra que á causa de la horquilla tiene mayores dimensiones que el cuerpo de la sonda, está en contacto con la cuña del manubrio. Sostenida asi la espiga en una posicion fija, se sacan los pernos y las tuercas que hay en el estremo inferior de la cabeza de la sonda, se quita esta provisionalmente, y se añade una barra encima de la que tiene el manubrio, lo que se ejecuta con facilidad suspendiéndola á la maroma del aparejo por medio del estribo *d e*, figura 15, estampa 7, y de un perno. Colocados ya dos pernos y tuercas se saca la cuña *d e*, se vuelve á bajar la espiga y á poner el manubrio un poco debajo de la parte superior de la barra añadida últimamente á fin de sujetar la sonda y colocarle la cabeza que se le habia quitado. Asi se añaden las barras necesarias para llegar á una profundidad dada.

§. 81.

Si en lugar de aumentar la longitud de la espiga se quiere por el contrario disminuirla, se hace casi lo mismo: se pone el manubrio inmediatamente debajo de la horquilla de la primera barra, como lo hemos dicho arriba, y se quita la cabeza de la sonda. Se adapta en seguida el estribo *d e*, fig. 15, á la horquilla de la primera barra; se quita la cuña del manubrio, y despues de haber levantado la maroma se la vuelve á colocar de una manera fija inmediatamente debajo de la parte superior de la tercera, y se desarman en fin las dos primeras barras, quitando los pernos y las tuercas que las sujetan á la tercera. Repitiendo esta operacion se sacan del agujero, y desarman las barras que componen toda la espiga de la sonda.

§. 82.

Si los trabajos del sondeo llegasen á una gran profundidad, se puede entonces para abreviar la operacion quitar tres barras á la vez. Para esto se adapta á la maroma *g* inmediatamente encima del anillo *a b c*, fig. 15, Est. 7, otro estribo *g b h q*, representado por las fig. 20 y 21 de la misma Estampa, y cuando se han quitado dos barras de la sonda como acabamos de decir, y que el manubrio está fijo de un modo invariable, un poco debajo de la parte superior de la tercera barra, un operario por medio de una escalera colocada contra el punzon del aparejo, quita el perno *v*, figura 15. Al punto se vuelve á bajar la maroma, y se hace entrar en la parte *a b c d* del estribo *g b h q*, fig. 20 y 21, la tercera barra que se sostiene allí por medio de la pieza fija *a b*, y de la chabeta movil *c d*. Se levanta en seguida con la misma maroma la espiga de la sonda por encima de la superficie á una altura igual á la longitud de la barra; y cuando ha salido la cuarta,

se fija la parte superior de ella en el manubrio, del cual se tiene cuidado de sacar la cuña *d c*, fig. 19, para que descanse sobre el cofre. Quitando entonces los pernos y las tuercas situadas á la estremidad inferior de la tercera barra, se separa facilmente la parte de la espiga desarmada; pero es menester cuidar de aflojar poco á poco la maroma del aparejo para que el balanceo de las dos primeras barras no ocasione ningun accidente. Para sacar otras se vuelve á comenzar la misma operacion, y asi se desarman facilmente y sin riesgo todas las que componen la espiga.

A los medios que hemos descrito para bajar ó subir la sonda, pueden hacerse algunas modificaciones que abrevian mucho la operacion del sondeo, y consisten en valerse de dos estribos ó clavos giratorios. En este caso se procede de este modo para sacar la sonda, se sostiene desde luego la espiga en el agujero, ora con llaves, ora con una chabeta que pasa por las aberturas que hay inmediatamente debajo de los machos de los empalmes en que terminan las barras. Se quita en seguida el manubrio desatando el gancho adaptado á uno de los eslabones de la cadena del árbol que se emplea, y se pone un clavo giratorio á la parte superior de la espiga que está situada inmediatamente encima de la abertura del agujero de sonda. Se levanta en seguida el todo con el molinete hasta que se hallen fuera del agujero los dos primeros empalmes de las barras, se sostiene de nuevo por medio de llaves y de una chabeta la espiga de la sonda sobre los maderos *m n*, fig. 136, Est. 21, para desarmar las barras superiores, y mientras que se ponen en el suelo, lo que se hace aflojando poco á poco la maroma, se ajusta un segundo clavo giratorio á las que estan suspendidas en el agujero de sonda, se cuelgan estas al gancho de la maroma, y mientras que se levanta la sonda, un operario desarma el primer clavo giratorio de las barras puestas en el suelo, para colocarlo en las restantes del agujero. Todas estas operaciones y maniobras se

efectuan sin interrupcion, y se continuan hasta haber sacado toda la sonda.

§. 83.

Facil es concebir que las operaciones del sondeo se hacen muy largas cuando hay que buscar aguas subterráneas á mucha profundidad. Algunas veces son tan grandes las dificultades que se encuentran, que estas operaciones pueden durar seis ó siete meses. Pero si las capas de tierra ó de arcilla que se han atravesado no estan separadas unas de otras, sino por arenas de poco grueso, se ejecutan los trabajos con una rapidez estraordinaria. Con efecto, ocho dias suelen bastar para formar una fuente en terrenos de esta clase, cuando solo hay que profundizar de 80 á 90 pies, y en tal caso se emplea para hacer el sondeo el aparejo representado en las Est. 10, 11 y 12, y una sola especie de cofre. La escavacion que se hace para trabajar con facilidad, solo tiene cinco ó seis pies de profundidad, y el manejo de la sonda no necesita mas que cuatro operarios, de los cuales dos estan en el torno para subir y bajar la maroma, y los otros dos en el manubrio. Los cuatro juntos pueden introducir los cofres por medio de una maza que pese 250 á 300 libras.

§. 84.

Cuando se descubren capas de caliza, es necesario suspender el ahondamiento del agujero de sonda, é introducir en el hueco de los cofres las busas que deben servir para formar la cañería del surtidor natural; pero antes de entrar en los detalles sobre el modo de colocarlas, debemos ocuparnos de su construccion, y de dar á conocer las dimensiones que tienen ordinariamente.

§. 85.

Las busas son tubos de madera de 12 pies de lon-

gitud, de 8 pulgadas de diámetro esterior, y de 2 pulgadas y 3 líneas de grueso. Para taladrarlas con regularidad se emplean máquinas movidas por el agua ó por otro agente, cuya descripcion se puede ver en la arquitectura hidráulica de Belidor. Pero como en los paises donde se forman las fuentes ascendentes no se puede disponer de semejantes máquinas, y como seria necesario muchas veces hacer venir de muy lejos estos tubos, se prefiere construirlos en el mismo lugar en que se practica el sondeo.

§. 86.

Para taladrar las busas con facilidad se forma por medio de un nivel y de una escuadra con un hilo á plomo una armazon de madera compuesta de las piezas principales *a b*, *c d*, *e f* y *g h*, fig. 156 y 157, Estampa 25; de los estribos *m o p q*, y de otras piezas pequeñas entre las cuales la *k l* y *x z*, fig. 156 y 157, sirven para sostener la barrena *a' b'*. Concluida enteramente la armazon, se coloca en la cabeza de la espiga *a' b'* un mango *f' i*, con el cual se da un movimiento de rotacion á la barrena al mismo tiempo que se le hace avanzar de *a'* hácia *b'*. Como debe entonces penetrar en el madero *s y*, que se ha fijado de antemano con corchetes de hierro *d' d' d' d'* á las *a b* y *c d*, hace en él un agujero cilíndrico, cuyo radio es igual á la distancia que hay entre el eje de la espiga *a b*, y la parte mas ancha de la barrena. Durante el taladro es necesario colocar el madero *s y* alternativamente sobre sus cuatro caras, á fin de hacer el agujero mas regular que se pueda.

§. 87.

Si este madero está muy inclinado, por ejemplo, en la posicion *a b c d*, fig. 160, es claro que colocándolo sucesivamente sobre sus dos caras *a b*, y *d c*, se harán sin que la espiga *a' b'*, fig. 156, mude de lugar, dos aguje-

ros *n p q m*, y *n o g m*; y en efecto si se comienza á hacer obrar la barrena que suponemos sostenida por las pequeñas piezas de madera movibles *k l* y *x z* en una posicion horizontal, avanzará formando el agujero *n o g m*: mas si el madero *a b c d* estuviese tambien horizontalmente, la barrena entraria en el mismo agujero *n o g m*, si estuviese colocado sobre la cara *a b*; pero si su eje no fuese horizontal, formaria la barrena otro agujero *n p q m*, que solo tendrá de comun con el *n o g m* la parte *n e m*, la cual seria tanto mayor, cuanto el madero *a b c d* estuviese menos inclinado. Si su inclinacion fuese tal que la línea *e n*, fig. 161, bajando del punto *c* sobre la línea horizontal *d n*, fuese igual á la mitad del diámetro de la abertura circular que forma la barrena, resultaria entonces que la interseccion de la superficie que terminaria el hueco formado en el madero *a b c d* con el plano ó cara *b c*, estaria representada por dos circunferencias que se tocasen en el estremo de su diámetro. Se ve pues que si se coloca alternativamente el madero sobre las dos caras *a b* y *d e* de la barrena, obrará por una superficie que será regular respectivamente al eje del madero. En el caso en que este estuviese perfectamente horizontal, su eje se confundirá con el del agujero cilíndrico formado.

§. 88.

Por lo dicho en el párrafo anterior se conocerá que es mas conveniente barrenar desde luego el madero *a b c d* hasta la mitad, y despues la restante por el otro estremo, que agujerearlo de una vez en toda su longitud. Este medio debe emplearse, sobre todo, cuando no hay bastante seguridad de que sea horizontal, porque los ejes de los agujeros deben siempre juntarse, cualquiera que sea el ángulo que formen entre sí en medio de la longitud del madero. Supongamos en efecto que esté en la posicion *a b c d*, fig. 162; el primer agujero estará entonces representado por las letras *n p*

$q\ m$. Mas si se cambian los estremos, la cara $b\ c$ ocupará el lugar de la $a\ d$ y reciprocamente, el agujero en este caso estará representado por las letras $o\ p\ q\ g$, fig. 163, y uno y otro se juntarán en $p\ q$. Si el madero $a\ b\ c\ d$ está sensiblemente horizontal, el ángulo $o\ p\ n$ se aproximará á ser igual á dos rectos, y en este caso el eje del agujero será con poca diferencia el mismo que el del madero.

§. 89.

Ordinariamente se hace uso de cuatro barrenas para formar un agujero de tres pulgadas y seis líneas. La primera tiene dos pulgadas y cuatro líneas de latitud, nueve pulgadas de longitud, y siete líneas de grueso. Las otras tres aumentan sucesivamente la latitud del agujero cuatro líneas cada una. Una de ellas está representada de cara y perfil por las fig. 164 y 165: la parte inferior está enroscada para que pueda sacar las virutas que se forman.

§. 90.

Despues de barrenada una busa se hace en una de sus estremidades una abertura circular $a\ b\ c\ d$, fig. 166 y 167, Est. 26, de un diámetro mayor que el del hueco $m'\ e'$. Para formarla facilmente se emplea un instrumento representado en alzado, plano y perfil por las fig. 168, 169 y 170. Está compuesto de una pieza de madera dividida en cuatro secciones cilíndricas principales $a\ d$, $e\ f$, $f\ g$ y $k\ b$. (Las mismas letras indican en las fig. 168, 169 y 170, las mismas partes del instrumento.) El cilindro $k\ b$ se introduce en el agujero ya hecho $m'\ e'$, fig. 166, y sirve para sostener y dirigir el instrumento en el eje de la busa. Cuando se pone en accion, y se le comunica un movimiento de rotacion, la cuchilla $i\ l$ va obrando por toda la altura $l\ o$, y arranca poco á poco, y á medida que el cilindro $k\ b$ avanza, las virutas que estan en la abertura $p$. La estremidad $l\ o$ debe necesariamente estenderse un poco

mas que la base del cilindro $f\ g$, y debe ademas estar un poco inclinada respecto del eje del instrumento para que pueda introducirse mas facilmente en el grueso del tubo $m'\ e'$, fig. 166.

Los tornillos $p'\ p'$ atraviesan la cuchilla $i\ l$, y la aseguran en la parte cilíndrica $f\ g$. Dos muescas $n\ n$, fig. 171, que hay á este efecto en el grueso de la cuchilla, sirven para recibir los tornillos, y se puede sin que muden de lugar, adelantarla, y atrasarla de modo que se le dé mas ó menos filo. El objeto pues de los tornillos es de apretarla cuando se le quiere dar una posicion fija contra la cara vertical de la abertura $p$ en que estan las virutas. Por medio de las dos tuercas $q\ q$, y del tornillo $i$ que pasa por la chapa de hierro batido $e'\ e'$, se puede facilmente y con un movimiento muy lento hacer avanzar ó atrasar la cuchilla $i\ l$. Cuando se le ha dado la posicion que debe tener, se le fija de una manera invariable por medio de los tornillos $p'\ p'$, y de las tuercas $q\ q$, que se ajustan contra la chapa $e'\ e'$.

Asi que el cilindro $f\ g$ ha entrado enteramente en el tubo taladrado, y que por consiguiente la abertura circular $a\ b\ c\ d$, fig. 166, está concluida, se da al otro estremo de este mismo tubo la forma $v\ q\ r\ s\ t\ u$. Para conseguirlo se hace uso de un instrumento análogo al que acabamos de describir, cuyas dimensiones se dan á conocer en las fig. 173, 174 y 175. Se compone lo mismo que el anterior de cuatro secciones cilíndricas principales $a\ d$, $e\ f$, $f\ g$ y $k\ b$. La parte $f\ g$, formada de una hoja de hierro batido de un grueso $n'\ g$, y adaptada con tornillos $a'\ a'$ sobre el cilindro de madera $n\ o$, está terminada en su parte superior por dos caras verticales $q\ q$, $q\ q$, entre las cuales se coloca la cuchilla $m\ l$. Su filo $l\ o'$ sale un poco de la base $g\ p$ del cilindro $f\ g$, de manera que la distancia $o\ o'$ es igual á la altura $a\ b$ de la abertura $a\ b\ c\ d$ formada en el tubo $m'\ e'$ ó á la $q\ r$, fig. 170. Colocada asi se fija a las caras verticales $q\ q$, $q\ q$, por medio de tornillos

*e e* que pasan por las aberturas circulares *d*, *d* de la cuchilla *m l*, fig. 176. El tornillo *n o* y las tuercas *s s* sirven lo mismo que en el instrumento representado por las fig. 168, 169 y 170, para dar un movimiento lento á esta cuchilla, á fin de poderla hacer avanzar ó retroceder. Ademas para que los tornillos *e*, *e* no se opongan á este movimiento, se da á las aberturas circulares *d d*, fig. 176 que pasan por el medio de la cuchilla *y*, un diámetro mayor que el de los tornillos. Su accion se limita entonces á aproximar una á otra las dos chapas *q q*, *q q*, y por consiguiente á fijar á ellas la cuchilla *m l*.

La parte *o y*, fig. 176, de la cuchilla, escede tambien un poco la superficie interior del cilindro *o n g n' p*, fig. 173, á fin de que pueda introducirse facilmente en el tubo; pero es necesario que la distancia *o' p* sea igual á la *b o'* que hay entre las aristas *a b* y *c d* de la abertura cilíndrica *a b c d*, fig. 166, y la superficie que termina el hueco interior *m' e'* del tubo taladrado: si se hace obrar el instrumento que describimos, la parte hueca comprendida entre el cilindro de hierro batido, y el *k b*, avanza poco á poco, y cuando la superficie *o n* se aplica perfectamente sobre la *r s*, fig. 166, no se debe comunicar movimiento de rotacion al instrumento, pues que la estremidad del tubo *m' e'* tiene la forma *v q r s t u*.

Cuando se quiere aumentar el grueso *r s* de la parte cilíndrica del tubo *m' e'*, se aflojan los tornillos *e e*, fig. 173, y las tuercas *s s* (el tornillo *m* debe tener un cierto juego en medio de la abertura hecha en la parte cilíndrica de hierro batido *s q'*), y por medio del tornillo *x* que pasa por el estribo *v v*, cuya punta está terminada por una abertura que abraza la parte *z*, fig. 174 y 176, se levanta la cuchilla *m z l*, á la cual se da en seguida una posicion fija, ajustando los tornillos *e e*, y las tuercas *s s*.

Los tornillos *i m*, y las tuercas *q q* y *s s*, fig. 168 y 173, que se han añadido á los dos instrumentos que

acabamos de describir, hacen muy facil su manejo. Esta mejora en su construccion es debida á Beurrier, fontanero de Abbevilla, hombre muy inteligente, y que ha formado ya con buen éxito en diversas partes del departamento de la Somma muchos surtidores naturales. Los modelos que ha hecho de estos instrumentos, y que ha remitido al señor Inspector divisionario de las minas Baillet, nos han servido para dar una descripcion completa de ellos.

## §. 91.

Cuando los tubos ó busas estan formados de manera que puedan entrar perfectamente unos en otros, se hace en cada una de sus estremidades, por medio de un instrumento análogo al representado por las fig. 168 y 173, dos pequeñas muescas *g o n n' o' p y x y v u i k*, fig. 166. En la que hay en la parte inferior de cada tubo se introduce con fuerza un aro de hierro *x a' k z*, que se prolonga por debajo del anillo circular *v q t u*, una cantidad *v a'* igual á la *v y*, y entra en la muesca de otro tubo, con el cual debe enchufar, como veremos, el que contiene el aro de hierro *x a' k z*, advirtiendo que la parte inferior de un tubo debe entrar en la superior de otro, ajustado por medio de pequeños golpes de mazo. Las fig. 178, 179 y 180 representan dos tubos de estos unidos.

Si las busas han de introducirse á una profundidad tal que se tema que golpeando encima se abran por la union, será preferible construirlas con cuatro piezas de madera dispuestas entre sí, como las de los cofres cilíndricos de que hemos hablado antes. Entonces habrá seguridad de que no presenten ningun defecto, y que ofrezcan mas resistencia á los golpes de la maza que las primeras.

§. 92.

Las busas se construyen las mas veces de manera que las partes que deben entrar en otras sean cónicas. Las fig. 181, 182, 183 y 184 representan tubos hechos por este método.

§. 93.

El tubo que debe entrar en la caliza está guarnecido como se ve en las fig. 185 y 186, de una zapatilla de hierro análoga á la que se adapta al estremo inferior de los cofres.

Muchas veces tiene la zapatilla encima un cuero de vaca con la carne hácia fuera á fin de interceptar toda comunicacion entre los terrenos de creta y los de arcilla.

Cada pie de las busas bien construidas debe costar, término medio, un franco, cincuenta centésimos.

§. 94.

Debe procurarse siempre examinar las busas antes de emplearlas para desechar las que presenten defectos; porque si tuviesen algunas rajas se ensancharian con la presion de las aguas que contienen, y se destruiria muy pronto la fuente.

§. 95.

Cuando se quieren introducir las busas hasta la capa caliza, se hace uso de dos maderos *a b* y *c d*, figura 187, agujereados circularmente en *n p q*, que se adaptan á la parte superior de una de las busas labrada algunas veces en garganta *a b c d*, como se ve en la fig. 188. Se ata en seguida á los dos pernos *m* y *o* que sirven con las tuercas *a' b'* y *d' e'*, para unir estas dos piezas á los estremos de una cuerda, por cuyo

medio se suspende verticalmente la busa á la maroma del aparejo. Cuando se halla en esta situacion se baja hasta que las estremidades de las dos piezas *a b* y *b c* reposen sobre el cofre *a b*, fig. 189. Se quita entonces la cuerda atada á los pernos *m* y *o*, y se vuelven á poner dos piezas semejantes á las *a b* y *b c* en la parte superior de una segunda busa, y cuando está de nuevo suspendida á la maroma del aparejo, y que su estremo inferior se halla á punto de entrar en la parte superior de la que se acaba de colocar, se aparta la maroma á fin de hacer obrar poco á poco y con golpes muy pequeños la maza sobre esta segunda busa que se sostiene facilmente con la mano, y en cuyo hueco se ha tenido la precaucion de introducir una pieza *p' p'*, fig. 190 y 191. Cuando estos tubos ó busas estan perfectamente unidos, se fijan por la union con clavos de hierro *a b*, *d c* y *e f*, dispuestos como lo indican las fig. 179 y 180. Concluida esta última operacion, se quita la maza y la pieza *p'*, y se suspende la cuerda á la maroma, cuyos cabos estan atados á los pernos de las dos piezas que ajustan la parte superior del segundo tubo. En seguida se desarman las *a b* y *c d*, fig. 187, colocadas sobre el cofre *a b*, figura 189. Como no hay entonces obstáculo que pueda interrumpir el descenso de dos tubos, se efectua aflojando poco á poco la maroma hasta que las dos piezas de que acabamos de hablar esten colocadas sobre el cofre, como lo estaban las *a b* y *c d*.

Comenzando de nuevo la misma operacion, se podrán bajar las busas necesarias para llegar al lugar en que concluyen los cofres. Pasado este punto es menester para introducirlas en las arcillas darles suavemente algunas mazadas.

## §. 96.

A veces sucede, como lo hemos observado en dos sondeos diferentes, que los cantos se salen de su lugar, y se oponen á la introduccion de las busas: el incon-

veniente que resulta de aqui es muy grave, y si se tratase de vencer la resistencia que oponen los cantos, golpeando fuertemente sobre las busas con la maza, es casi cierto que se abririan, como ha sucedido en los dos sondeos que acabamos de citar. En este caso es preferible sacarlas. Para conseguirlo se tira de la maroma, y si salen con facilidad se colocan, despues que han salido las dos primeras, las dos piezas de madera *a b* y *c d*, fig. 187, al rededor de la tercera para sostenerla sobre el cofre. Se quitan las fajas de hierro *a b*, *d c* y *e f*, fig. 179 y 180, y se vuelve á comenzar á desarmar nuevas busas hasta que se sacan todas. En el caso en que quedase una parte de ellas en el fondo del agujero por efecto de alguna rotura en las junturas, se hará uso de un instrumento representado por la fig. 68, Est. 10, compuesto de una pieza de hierro *a b*, de 8 pulgadas de longitud, que se mueve al rededor de un eje *c*, y que puede colocarse verticalmente por medio de una muesca hecha en la barra de hierro *d e*. Como el punto de suspension de la pieza *a b* está un poco encima del centro de gravedad, es claro que cuando no se turbe su movimiento se pondrá siempre en una posicion horizontal. Por consiguiente si se adapta á la espiga de la sonda esta herramienta, y se baja al interior del tubo, la pieza *a b* entrará en la muesca de la barra *d e*; pero al punto que está hubiese pasado la estremidad de los tubos, se volverá á poner en una posicion horizontal y los sostendrá todos. Ya no habrá mas que hacer que tirar de la espiga de la sonda para sacar los tubos: desarmados estos, se introducirá en el agujero un cilindro de hierro, para hacer caer los cantos que obstruyan el paso, y se les romperá ó sacará por medio del doble tirabuzon. Estos accidentes retrasan mucho las operaciones, y desaniman á veces á los que quieren emprender sondeos. Sin embargo, cuando se procede en estos trabajos con constancia y habilidad, y no se trata sobre todo de concluirlos muy pronto, hay casi certeza de vencer los obstáculos que se en-

cuentren. Cuando se ha dado al agujero de sonda la regularidad que debe tener, se vuelven á bajar á él los tubos hasta que hayan entrado dos pies en la caliza, que se agujerea de antemano en un diámetro de ocho pulgadas para que entren bien ajustados. En seguida se introduce en su interior la espiga de la sonda con un instrumento semejante al representado por las fig. 23, 25 y 26, Est. 8, y se taladra la caliza hasta que el agua que se encuentra en ella no aumente ya de volúmen. Algunas veces esta agua sube en las busas con una gran velocidad, y se derrama por la superficie del terreno; pero las mas queda estacionaria algunas varas debajo de ella.

Tambien se ha notado que despues de haber encontrado fuentes de agua en la caliza cretácea, que subian á una cierta altura, se descubrian otras profundizando el agujero de sonda, cuyo nivel era mas elevado que el de las primeras, de donde se ha concluido que estas diferentes aguas no tenian entre sí ninguna comunicacion, pues que su peso específico era el mismo.

Estos hechos observados con frecuencia han inducido á muchos propietarios á continuar los sondeos á una gran profundidad en los terrenos de creta con la esperanza de descubrir fuentes mas y mas abundantes. Algunas veces han correspondido los efectos; sin embargo no sabemos que la diferencia de nivel haya escedido jamas de unos tres pies y medio. Las observaciones que se hagan sobre esto serán muy interesantes, porque tendrán por objeto dar á conocer cuales sean las fuentes superiores que se hayan reconocido desde luego. Seria sobre todo muy importante averiguar si cuando se encuentran nuevas aguas arrancan para subir á la superficie de los puntos en que los terrenos varían algun tanto en su naturaleza, ó si en este caso su nivel se mantiene á mayor altura que el de las primeras fuentes.

Si se hace el sondeo en terrenos compuestos es-

clusivamente de caliza cretácea, y no se introducen busas en el agujero, puede suceder que las aguas no suban al nivel que hubieran llegado, porque es posible que haya hendiduras á lo largo del agujero de sonda por las cuales se estravase el agua de las fuentes principales. En este caso solo se elevarán á una altura igual á la que hay entre el lugar en que estuviesen las filtraciones, y aquel por donde las aguas van al agujero de sonda, cuya altura es tanto mayor, cuanto la cantidad de fluido que pasa por las hendiduras es mas pequeña relativamente á la que pueden producir las fuentes. Pero si las aguas salen con gran velocidad á la superficie, es evidente que las hendiduras que pueda haber en las paredes del agujero de sonda, tendrán una influencia mucho menor sobre la dimension del volúmen de agua que sale á la superficie, porque la gravedad será destruida en parte por la fuerza ascendente del agua. Asi creemos que seria siempre conveniente, aunque no se acostumbra hacer, introducir tubos de plomo, de hierro batido, de hoja de lata ó de madera en terrenos de caliza cretácea para evitar las pérdidas de agua que puede haber en los diferentes puntos de la altura del agujero de sonda. Pero como no se puede saber á *priori* á qué profundidad deberán introducirse, seria necesario que se bajasen poco á poco, y que se tuviese cuidado de anotar el nivel del agua para poder saber si sufre algunas variaciones. Debiendo introducirse estos tubos con facilidad, se podria saber por medio de algunos tanteos si existen ó no hendiduras á lo largo del agujero de sonda.

§. 97.

En los pequeños sondeos como de 60 á 70 pies por ejemplo, se sacan algunas veces los tubos con el instrumento representado en plano, y alzado por las figuras 78 y 79, Est. 10. Se compone de cuatro brazos *a b c d*, en cuyo grueso hay tornillos de forma trian-

gular. Introduciéndole en el tubo superior, y dándole un movimiento de rotacion, traza una tuerca, y cuando está perfectameete metido, se le levanta por medio de la maroma del aparejo para sacar los tubos. Aunque se emplea algunas veces este instrumento, no llena enteramente el objeto á que está destinado; porque si la parte superior de la primera busa en que se agarra está asida con alguna fuerza en el agujero, no pudiendo resistir este instrumento al esfuerzo que hace la maroma, destruye la tuerca que ha formado, lo que sucede tanto mas prontamente, cuanto mas pequeños son los pasos.

§. 98.

Muchas veces al formar los surtidores naturales no tienen los operarios la precaucion de introducir las busas hasta la caliza, porque piensan que los terrenos que estan comprendidos entre esta roca y la parte inferior de la última capa de arena, tienen bastante cohesion para que no deba temerse que se derrumben. La esperiencia confirma su opinion; pero el grande inconveniente que resulta de no introducir las busas en la caliza, consiste en que las aguas que resudan al traves de las capas arcillosas, comunican casi siempre á las que provienen de la creta, olor de gas hidrógeno sulfurado. Nosotros hemos probado las aguas de muchas fuentes en que por confesion de los operarios no habian llegado las busas hasta la caliza, y todas tenian el olor desagradable de aquel gas. Y pues que solo las aguas de tales fuentes estan viciadas, es probable que la causa á que debe esto atribuirse son las piritas ferruginosas que se encuentran en contacto con las inferiores contenidas en las hendiduras de la roca caliza. Asi pues, teniendo cuidado de introducir en ella hasta unos dos pies la parte inferior de las busas, se evitará que las aguas que se buscan se hallen impregnadas de hidrógeno sulfurado. El agujero no deberá tener todo el diámetro de las busas, á

fin de que entren muy ajustadas en las calizas. Este es el único medio que hay para que dichas aguas esten perfectamente aisladas. En cuanto al que se usa en las cercanias de Aire y de Bethune (véase la situacion de estas ciudades en la Est. 2), que consiste en echar arcilla en el fondo de las busas, y apretarla despues con la espiga de la sonda para que se introduzca entre su superficie esterior y la caliza, á fin de interceptar todo paso al agua, no puede llenar enteramente el objeto, y ademas el efecto de esta arcilla se destruye muy pronto.

§. 99.

Colocadas las busas, y habiéndose elevado las aguas en ellas, ora para salir á la superficie del terreno, ora para quedar estacionarias á algunas varas bajo de ella, (en este último caso se usa para conducirlas á la superficie de bombas semejantes á las que se construyen en todos los paises), es necesario sacar los cofres que han servido para contener las masas de arena suelta. A este efecto se introduce en la parte superior del menor cofre único, y sirviéndose de la maza, una pieza de madera de 20 pulgadas de longitud perfectamente á escuadra. Cuando ha entrado un pie poco mas ó menos, se hace en ella, y lo mismo en las caras opuestas del cofre, una abertura cilíndrica, y en ella se introduce otra pieza de cinco pulgadas de diámetro que pasa al mismo tiempo por los anillos de un grande estribo de hierro, cuyos dos brazos se colocan al frente de las estremidades de la abertura.

Se coloca en seguida horizontalmente entre la parte superior de la pieza de madera introducida en el interior del cofre, y el estribo que le escede siete pulgadas, un madero al cual se da una direccion perpendicular al que sirve de eje al estribo. Se disponen ademas paralelamente á las caras del cofre en que está apoyado dos plantillas que sostienen otros tantos tornillos cada una, cuyas tuercas estan colocadas dos

á dos en una misma pieza de madera. Levantando estas tuercas por medio de palancas que atraviesan las cabezas de los tornillos, se hace una presion suficiente contra el madero para sacar el cofre fuera del agujero á una altura igual á la recorrida por las tuercas. Cuando se han levantado hasta las cabezas de los tornillos, se ata la maroma del aparejo al estribo, y se tira con fuerza para levantar mas y mas el cofre. Si se temiese que la maroma no sea bastante fuerte para resistir á la tension que se le hace sufrir, se adaptarán jacenas sobre las dos caras del cofre paralelas á la direccion del madero de que acabamos de hablar, y se colocarán debajo de estas mismas jacenas dos piezas de madera unidas como las de la fig. 187, Est. 26, cuyas estremidades descansan sobre tuercas. Haciendo girar á las palancas introducidas en las cabezas de los tornillos, se levanta de nuevo el cofre, y como la presion que sufren sus paredes es mucho menor despues de esta segunda operacion, se puede hacer uso sin inconveniente de la maroma del aparejo para elevarlo á mayor altura. Estando ya en la superficie, solo resta desarmarlo, lo que se consigue facilmente quitando los clavos y las lengüetas de hierro, cuyo uso hemos indicado. Asi se pueden sacar sucesivamente todos los otros cofres únicos que se han empleado para poder atravesar las arenas sueltas.

§. 100.

Las fuentes formadas con arreglo á los principios que hemos dado á conocer en esta obra, pueden producir por algun tiempo un volúmen de agua casi constante, ó al menos que no varíe sino en razon de las mudanzas que sufre la atmósfera, y que originan las sequías ó las lluvias. Empero se nota á veces despues de un cierto número de años una disminucion en el volúmen del agua que dan las fuentes independiente de las variaciones atmosféricas. Para remediarla es me-

nester por medio de un embolo atado á un palo ó á la espiga de una sonda dar una treintena del golpes en las busas. Como la disminucion en el volúmen del agua proviene de estrecharse las hendiduras de donde sale, se sigue que estas emboladas deben restituirles su anchura primitiva, obligando á las partes calizas que se han interpuesto á subir á la superficie.

Nosotros hemos ejecutado estas operaciones en una fuente abierta desde el año de 1810 en un terreno representado en perfil por la fig. 4 de la Est. 3, y encontramos despues de dar veinte emboladas, que el volúmen de agua producido al nivel de la busa, era de 21 metros cúbicos por hora, mientras que antes de esta operacion era solo de 15 metros cúbicos. Algunos dias despues volvimos á hacer obrar el embolo, pero el agua no varió. Es necesario pues para remediar los accidentes á que suelen estar sujetas estas fuentes, y para que suministren siempre un volúmen de agua casi constante, dar de tiempo en tiempo algunas emboladas en el hueco de las busas.

En cuanto á la cantidad de agua que sale de los tubos en que está contenida, es menester advertir que en bastantes casos es muy inferior á la que resultaria del producto de la seccion de estos tubos por la velocidad debida á una altura igual á la distancia que hay entre el nivel constante del agua y el de salida á la superficie. Parece que en la mayor parte de los surtidores naturales ó fuentes ascendentes, las hendiduras subterráneas que los surten no pueden producir toda la cantidad de agua susceptible de correr en un tiempo dado por una abertura igual á la de los tubos de estas fuentes, y con una velocidad espresada en funcion de la raiz cuadrada de la altura de que acabamos de hablar. Nosotros hemos hecho algunas esperiencias sobre esto sin haber podido hallar resultados constantes, ó que tuviesen entre sí las relaciones que buscabamos. Se cometerian pues graves errores si conociendo á *priori* el nivel de las aguas y el diámetro de una fuen-

te, se tratase de determinar á qué distancia bajo dicho nivel seria necesario que saliesen las aguas para procurarse una cierta cantidad de ellas, segun la falsa hipótesis de que llenan los tubos enteramente, y su velocidad deducida de la altura de la caida, es igual al cociente de la cantidad de agua producida por la superficie de estos mismos tubos.

§. 101.

Los gastos que puede ocasionar la formacion de las fuentes ascendentes dependen de la naturaleza de los terrenos que hay que atravesar, y por consiguiente es tanto mas dificil fijar rigorosamente á lo que ascenderán, cuanto las mas veces una pequeñísima diferencia entre la corpulencia y cohesion de las capas de arena que se encuentran, la ocasiona muy grande en el tiempo que se debe emplear en atravesarlas, y á veces sucede que los gastos son tales que hay que abandonar los trabajos.

Asi por ejemplo, en la fuente que se ha abierto en la ciudad de Ardres, profundizada hasta 155 pies (V. la fig. 3 de la Est. 3) en terrenos arcillosos y calizos, mezclados de algunas capas de arena y de cantos, ha costado el taladro, compra é introduccion de cofres 1600 francos, mientras que seria necesario gastar de 8 á 9,000 francos si hubiese que atravesar 440 pies de terrenos compuestos de las capas siguientes.

| | Pies castellanos. |
|---|---|
| Arenas sin consistencia mezcladas con cantos.................... | 150 |
| Arcillas duras y compactas que contienen grupos de piritas ferruginosas.................. | 116 |
| Calizas cretáceas con pedernales. | 174 |
| | 440 |

En cuanto á los gastos que ocasionarian terrenos compuestos principalmente de tierra vegetal, de arcilla y de algunas cortas capas de arena y cantos, como las que representan las fig. 4 y 5 de la Est. 3, serian poco considerables, y creemos que si el sondeo no debiese llegar mas que á una profundidad de 130 á 140 pies, y no hubiese que introducir mas que 50 á 55 pies de cofres, no pasaria el gasto de una fuente de 700 francos, inclusa la compra de busas y cofres.

Si las aguas que se intentase elevar á la superficie de la tierra estuviesen á 90 pies de profundidad, y solo hubiese que atravesar para llegar á la creta terrenos de naturaleza arcillosa, podrian cuatro operarios en seis ó siete dias ejecutar el trabajo de una fuente, y el coste ascenderia lo mas á 150 francos.

Para presentar un ejemplo del modo como crecen los gastos cuando los terrenos son muy dificiles de penetrar, daremos á conocer aqui los resultados de un sondeo emprendido en 1825 en la ciudad de Roubaix, departamento del Norte.

Los terrenos taladrados se componian partiendo de la superficie de la tierra de

| | Pies. | Pulgadas. |
|---|---|---|
| Arcilla.............................. | 22 | 2 |
| Arena amarilla.................. | 6 | 5 |
| Arcilla.............................. | 63 | 11 |
| Arena sin consistencia.......... | 23 | 5 |
| Arena dura y seca.............. | 9 | 6 |
| Id...................................... | 4 | 3 |
| Arena sin consistencia.......... | 3 | 1 |
| Arcilla mezclada con arena...... | 44 | 9 |
| Arena sin consistencia.......... | 6 | 5 |
| Profundidad total de los terrenos... | 183 | 11. |

Como antes de principiar el sondeo se habia abierto un pozo de 26 pies y 8 pulgadas de profundidad, y 5 pies y 3 pulgadas de diámetro, solo se introdujeron cofres desde la base inferior de dicho pozo. El pri-

mero tenia 1 pie y 10 pulgadas de hueco, y 37 pies de longitud. El segundo 1 pie y 2 pulgadas de hueco, y 91 pies y 8 pulgadas de longitud. El tercero 9 pulgadas de hueco, y 97 pies de longitud. Estos tres cofres cuyas tablas eran de olmo y de una pulgada y dos líneas de grueso, llegaron á la profundidad de 125 pies y 7 pulgadas bajo la superficie del terreno, y porque no pudo introducirse mas el tercero se continuó el taladro hasta 199 pies, haciendo solamente uso de herramientas de 3 pulgadas y 6 líneas de diámetro. Este sondeo no pudo seguirse mas á causa de un derrumbamiento de las paredes, cuyo escombro llenó 53 pies de agujero. La constancia que se observó en los terrenos de arena, hizo perder al maestro la esperanza de llegar hasta la caliza cretácea, que segun se infiere de los terrenos inmediatos, debe existir debajo de los de nueva formacion que se han penetrado.

Dos meses y medio duró el sondeo, y costó el trabajo personal, incluso el del maestro que dirigia la

| | | |
|---|---|---|
| operacion...................... | 1,200 | franc. |
| Y los cofres.................... | 800 | |
| Total.......... | 2,000 | |

Aunque solo hacemos aqui mencion de la cantidad de 2,000 francos, el propietario que mandó hacer el sondeo con el fin de tener agua suficiente para una máquina de vapor de veinte caballos, gastó 2696. Los 696 se consumieron en el viage de dos operarios, transporte de instrumentos, y establecimiento de bombas de madera de que fue necesario echar mano para sacar las aguas del pozo en que se introdujeron los cofres.

No hay duda que estos trabajos podian haber sido mejor dirigidos, pues observamos cuando estuvimos en el parage en que se hicieron, que los cofres no se habian construido con prolijidad, que las tablas tenian poco espesor, que la distancia que dejaron entre los cofres era muy grande, por lo que no se pu-

do introducir el cuarto, lo que hubiera sido fácil habiendo dejado tan solamente el espacio que hemos prescrito anteriormente; y en fin que debieron calarse tubos de hierro batido de dos líneas de grueso, y de 3 pulgadas y 6 líneas de hueco, en el taladro que se hizo debajo del tercer cofre, por cuyo medio se hubiera evitado el desmoronamiento de las paredes flojas que debian ceder necesariamente á la presion de los terrenos circunvecinos. En el caso de que la maza no hubiese sido bastante á introducirlos, podria haberse hecho esto por compresion, colocando dos cruceros ó pequeñas piezas de madera con pernos y tuercas sobre la parte superior de los tubos. Habiendo ejecutado lo que acabamos de decir, y sustituido cofres cilíndricos á los cuadrados, se habrian taladrado mas terrenos, y probablemente se hubiera llegado á la creta.

Otras veces suele hacerse un sondeo bastante profundo sin que el coste sea de mucha consideracion, como se ve en el ejemplo siguiente.

Un propietario del lugar de Gonéhem, distrito de Bethune, hizo formar cuatro fuentes en una pradera inmediata al lugar, y consiguió tener aguas muy puras que mueven la rueda de un pequeño molino que hace 400 libras de harina en 24 horas. El nivel de estas aguas está, segun nuestras observaciones, 12 pies mas bajo que el de las que corren en la superficie. La profundidad á que llegaron los pozos fue de unos 160 pies, habiéndose ocupado en cada uno 4 operarios, y empleado 10 dias de trabajo, cuyo coste fue por término medio 300 francos.

| Los terrenos fueron: | Pies. |
|---|---|
| Tierra vegetal | 23 |
| Arena | 34 |
| Arcilla bastante homogénea | 70 |
| Espesor reconocido de creta | 33 |
| | 160 |

La parte del distrito de Bethune conocida con el nombre de pais bajo, que comprende á Gonéhem, es tan horizontal que las aguas de la superficie corren en ella muy lentamente. El aspecto de aquel pais, tan variado en sus producciones, admira estraordinariamente á los estrangeros que lo recorren; porque encontrandose siempre en el centro de un estenso horizonte, no pueden esplicar de donde provienen las aguas que se descubren cada dia, y es mayor su admiracion al verlas salir á borbotones formando á veces canastillos tan diáfanos como el cristal mas puro.

No nos ha parecido inoportuno estampar aqui los resultados de un sondeo que se dirigió muy bien, porque nos pondrán en el caso de hacer algunas observaciones sobre lo que puede profundizarse diariamente en las calizas cretáceas.

Al llegar nosotros al parage en que se habia establecido, era su profundidad de 161 pies, 8 líneas, y se continuó. A SABER:

| | Pies. | Pulgadas. | Líneas. |
|---|---|---|---|
| Se introdujo cuatro veces la sonda el primer dia, y en cada una se ahondaron las cantidades siguientes. | | | |

| | Pulgadas. | Líneas. |
|---|---|---|
| Primera........... | 15 | 9 |
| Segunda.......... | 9 | . |
| Tercera............ | 6 | 8 |
| Cuarta ............ | 7 | 4 |

Mucho trabajo costaron al fin del dia las 7 pulgadas y 4 líneas de una caliza cretácea amarillenta, pues era tan dura y compacta que fue necesario poner siete hombres en el manubrio para poder dar la vuelta.

| | Pies. | Pulgadas. | Líneas. |
|---|---|---|---|
| Al comenzar el segundo dia se hallaba el trabajo á............. | 164 | 3 | 5 |

Se continuó en bancos de cali-

za amarillenta, y se penetraron en todo el dia 4 pies, 7 pulgadas y 5 líneas.

El tercer dia por la mañana se encontraba el taladro á la profundidad de...................... 168 10 10

Se atravesaron bancos de marga gris amarillenta, y se profundizó el agujero 3 pies.

El cuarto dia por la mañana tenia ya.......................... 171 10 10

Se atravesó caliza cretácea de un color azul subido, y penetró la sonda 3 pies, 1 pulgada y 2 líneas.

De modo que el dia quinto tenia el agujero..................... 175

Se taladraron 2 pies, 7 pulgadas y 7 líneas de caliza semejante á la anterior.

La sonda se hallaba pues al fin del dia á.......................... 177 7 7

Desde el sesto dia hasta el quince se continuó en caliza cretácea, y se llegó á la profundidad de (1)... 206 2 9

La cantidad pues ahondada al dia ha sido término medio de unos 3 pies.

Durante la operacion el maestro sondeador y cuatro operarios se ocuparon constantemente en dar vueltas al manubrio.

Este agujero de sonda se ha vuelto á trabajar des-

(1) Las primeras aguas que se encontraron á unos 114 pies de profundidad en una creta blanda, cuyo nivel se mantiene á 7 pies bajo la superficie del terreno, y dos y medio mas altas que las de una ribera que corre á la derecha del parage del sondeo, no han tenido alteracion alguna á pesar de haberse ahondado el agujero 206 pies.

de la profundidad de 161 pies, para darle un diámetro de 9 pulgadas, con el fin de conseguir de este modo mayor cantidad de agua, y como la sonda se introducia diariamente 6 pies y 6 pulgadas por término medio, es evidente que se puede desde la profundidad de unos 160 pies bajo la superficie del terreno, profundizar hasta 200, cerca de 2 pies por dia, un agujero de 9 pulgadas de diámetro en calizas cretáceas compactas y homogéneas.

Cuando estas calizas ni son muy duras, ni contienen cantos, se puede facilmente ahondar por dia unos tres pies y medio, un agujero de 3 pulgadas y 6 líneas de diámetro, estando ya á 350 pies bajo de la superficie del terreno.

El maestro que ejecutó el sondeo de que acabamos de hablar, habia estipulado en 4 francos el pie hasta 200; pero como á los 150 podia profundizar cada dia el agujero unos dos pies, dándole ocho pulgadas de diámetro, y recibiendo ocho francos por este trabajo, le quedaban aun despues de haber pagado los cuatro operarios que empleaba á 1 franco, 2 centésimas, un beneficio líquido de 3 francos, 20 centésimas.

Los maestros sondeadores de Artois, cuyo número no pasa de 7 á 8, no se convienen generalmente á formar fuentes á precio hecho. Sin embargo, suelen admitir este partido cuando tienen solo que trabajar en terrenos compuestos de capas arcillosas mas ó menos compactas, y de calizas cretáceas; y piden ordinariamente 3 francos por pie hasta 100: 3 francos, 50 centésimas desde 100 á 125: 4 francos desde 125 á 150: 4 francos, 50 centésimas de 150 á 175; y 5 francos desde esta profundidad hasta 200 pies.

Cuando tienen que trasladarse á diferentes puntos de la Francia, piden 8 á 10 francos por dia, y quieren ademas que se les suministren los trabajadores que necesiten y se les paguen los gastos de viage; pero en general puede decirse que no han llenado las esperanzas de los propietarios, y por lo mismo nos hemos

propuesto dar á esta obra la estension necesaria, para que sin recurrir á ellos se puedan formar fuentes ascendentes.

§. 102.

Los métodos que hemos dado á conocer en esta obra para hacer subir las aguas á la superficie, se practican como hemos dicho hace muchos años en el norte de la Francia; y si hasta ahora se han usado esclusivamente cofres y busas de madera, asi para sostener las capas de arena que forman muchas veces parte de los terrenos que hay que atravesar con la sonda, como para separar las aguas puras y limpias de las que no pueden servir para los usos habituales de la vida, ha sido con la idea de disminuir lo posible los gastos que ocasiona el establecimiento de las fuentes; pero se podria, á imitacion de los ingleses, sustituir á los cofres y busas, tubos de fundicion y de cobre, cuyo uso facilita y abrevia mucho las operaciones del sondeo. De algunos años á esta parte se han abierto muchas fuentes en las cercanias de Londres, especialmente en Richemond, Brentford, Kingston, etc., empleando cilindros metálicos; y como los trabajos que se hacen en Inglaterra se diferencian algun tanto de los de Francia, daremos aqui una descripcion, que aunque sucinta, no dejará de ser clara para los que hayan leido con cuidado el capitulo cuarto de esta obra.

Cuando se trata de establecer un surtidor natural, se colocan verticalmente cuatro árboles de encina ó de pinabete de unos 30 pies de largo, de tal manera que esten en los cuatro ángulos de un cuadrado, y dejen entre sí una distancia de 9 pies. Estos árboles que han de formar las aristas esteriores de una armazon sólida, y que tienen un punto de apoyo en el suelo, estan ademas perfectamente ligados entre sí por medio de otros ocho que se cruzan dos á dos en los planos que se supone pasan por el eje de los primeros. Se coloca en seguida á unos 6 pies sobre el suelo, por

medio de cuatro camas que se fijan á los árboles verticales, un tablado en el que se ponen los operarios que han de dar vuelta á los manubrios y han de manejar la sonda. Encima del tablado, y casi á 28 pies de la superficie del suelo, se hace otro donde se acomoda un molinete con dos cigüeñas para envolver la maroma que sostiene la sonda. Este tablado tiene, como el otro, dos camas horizontales bien aseguradas con cuerdas á los árboles verticales.

Construida toda la armazon, y colocada en uno de sus ángulos una escalera para que los operarios puedan con facilidad subir á los tablados, se principian las operaciones del sondeo, dando ordinariamente siete pulgadas y media al agujero; y cuando se ha llegado á bastante profundidad, ó mas bien cuando se advierte que sus paredes no tienen consistencia, se introducen tubos ó cilindros de fundicion de unas cinco líneas de grueso, de seis pulgadas y dos líneas de diámetro ó hueco interior, y de diez pies de longitud. Su parte superior é inferior presenta á una altura de 4 pulgadas y 8 líneas un pequeño realce que solo aparece en el hueco interior de los cilindros. Cuando uno de ellos ha entrado enteramente en el suelo se le añade otro, y despues un tercero, un cuarto, etc. hasta que se hayan atravesado totalmente los terrenos arenosos. Las partes de los cilindros que encajan unas en otras tienen dos líneas y media de grueso, y estan atravesadas por tres ó cuatro tornillos cuyo diámetro es de unas seis líneas.

Cuando estos cilindros estan colocados en el agujero de sonda, y se trata de hacerlos bajar, se cuelgan al rededor del que está fuera de la superficie del terreno é inmediatamente debajo del primer tablado (á fin de que los operarios no sufran impedimento en la continuacion del taladro) cuerpos pesados, tales como balas, bombas, etc.; pero como el peso de estos cuerpos no basta siempre para que los cilindros puedan llegar á las arcillas ó terrenos firmes sobre que yacen

las arenas sueltas, se suspende entonces al gancho de la maroma una maza de 450 libras, semejante á la que representa la figura 105, y se hace correr á lo largo de dos travesaños verticales, que se ponen siempre que se necesitan entre los dos tablados, ó si no se quiere que la maza sea de muescas, se le agregan cuatro colas con rodillos, y se dirige contra los cilindros de fundicion por medio de un madero vertical que tiene el mismo objeto que los varales de las figuras 80 y 87. Para manejarla facilmente con la maroma se colocan seis hombres en las dos cigüeñas del molinete, y mientras que unos levantan la maza, otro operario que está á unos tres pies de distancia del tablado, tira hácia si de la estremidad de la maroma, y cuida constantemente de que no tenga nunca mas de dos vueltas en el molinete. Cuando la maza ha llegado al punto mas alto, que será de 12 á 14 pies, este operario la abandona á sí misma aflojando la maroma que la sostiene, y cae entonces perpendicularmente sobre la chapa de fundicion que cubre al cilindro superior. Esta operacion se repite mientras que la maza produce efecto, y cuando ya los cilindros no se introducen, los obreros colocados sobre el tablado que está mas inmediato al suelo, vuelven á bajar las barras de la sonda sostenidas verticalmente por la armazon, y hacen obrar de nuevo las barrenas, ó la lengua de serpiente, para continuar ahondando el agujero.

Los ingleses solo emplean tubos perfectamente construidos, y todas las partes que han de entrar unas en otras estan trabajadas con mucho esmero. La fundicion de que se construyen debe ser homogénea, gris y muy dulce, porque presenta al choque mas resistencia que la blanca. El grueso de los tubos debe ser tambien perfectamente igual, lo que no es facil de hacer al tiempo de colarlos.

En general los trabajos que los operarios ingleses hacen para buscar aguas subterráneas, son de una grande exactitud, y sobre todo dirigidos con una estrema-

da prudencia. Bajo este doble aspecto tienen una esperiencia y una habilidad que se buscaria en vano en los del norte de Francia.

Como los cilindros de fundicion de que acabamos de hablar resisten muy bien á las percusiones que sufren, y sus dimensiones son mucho menores que las de los cofres que hemos descrito, se llega facilmente por medio de cilindros de un mismo diámetro á contener las arenas que se encuentran, aunque su corpulencia pase de 120 pies.

Cuando las arenas estan perfectamente sostenidas, se continúa el agujero en medio de las arcillas, dandole hasta que haya llegado á la caliza cretácea, un diámetro de cuatro pulgadas y media; se introducen en seguida desde la superficie del terreno hasta el origen de las fuentes, tubos de cobre de cuatro pulgadas y dos líneas de diámetro interior, y de dos líneas y media de grueso. Estos tubos que por lo comun se estañan por dentro, sirven para separar dichas aguas de las de arriba que provienen las mas veces de terrenos que contienen grupos de piritas ferruginosas. Para que se puedan introducir con facilidad, se sueldan sucesivamente unos á otros con un hierro enrojecido que se aplica por la parte de adentro en el parage en que deben unirse. Cuando ya estan colocados se llena el espacio que hay entre los cilindros de fundicion y los tubos de cobre, de arcilla, ó de una mezcla de cenizas de carbon de piedra y cal viva, para no dejar ninguna comunicacion entre los terrenos superiores é inferiores.

El método que acabamos de describir, que como se ve tiene mucha analogía con el que se practica en Francia, presenta respecto del coste de operarios bastantes ventajas: la esperiencia prueba en efecto que se atraviesan mas prontamente las capas de arenas con cilindros de fundicion que con cofres de madera, por cuanto no hay necesidad de dar un diámetro tan grande al agujero; pero por otra parte los tubos de fundi-

cion y de cobre cuestan mucho mas. Tambien creemos que aunque las fuentes sean menos susceptibles de destruirse cuando las aguas salen á la superficie atravesando tubos de cobre que busas de madera, no deben sin embargo emplearse los métodos ingleses, sino cuando se trata de formarlas en terrenos que presentan grandes dificultades y que exigen tres ó cuatro cofres, porque entonces los gastos son casi iguales en uno y otro caso.

La necesidad imperiosa que habia de procurarse buena agua en la ciudadela de Calés, hizo recurrir á este último método, y en su consecuencia unos ingleses emprendieron el sondeo en la ciudadela, y habiendo hecho con inteligencia y asiduidad sus trabajos, consiguieron al cabo de tres meses formar á unos 20 pies bajo la superficie del terreno, y á 350 de profundidad, una fuente que da 9,50 metros cúbicos de agua en 24 horas. Estos operarios debian suministrar mas agua segun la contrata; pero es claro que la condicion que se les impuso relativamente á la cantidad, no podia cumplirse, porque el volumen no dependia de su voluntad en las circunstancias en que se encontraban.

Las aguas que hay actualmente en la ciudadela de Calés no son tan puras como las que producen otras fuentes á dos ó tres leguas de aquella ciudad. Sin embargo las hemos probado, y nos han parecido útiles para los usos de la vida, y hay motivo de esperar que no se viciarán mas. Pero no nos atreveriamos á asegurarlo, porque las que se obtuvieron en 1819 en la misma ciudadela, se alteraron poco á poco hasta que al cabo de algun tiempo despues de concluidos los trabajos se hicieron salobres.

El pie de los cilindros de fundicion que se emplean ordinariamente segun el método inglés, cuyas dimensiones hemos dado á conocer, pesa 21 libras, y debe costar 8 francos.

El de las busas de cobre pesa 4 libras, y cuesta 10 francos, 50 centésimas.

Estos dos datos unidos á los que hemos referido en el párrafo precedente sobre el coste de los operarios, servirán para conocer aproximadamente los gastos de las fuentes, haciendo solo uso de cilindros metálicos para atravesar las capas de arena, y para separar de los terrenos circunvecinos las aguas centrales que se han de elevar á la superficie del suelo.

§. 103.

Concluiremos aquí nuestra obra de los surtidores naturales, ó fuentes ascendentes, pues nos parece que hemos cumplido las condiciones propuestas por la Junta de fomento de Paris, sobre el arte de taladrar con la sonda del minero ó del fontanero los pozos artesianos, desde 25 metros de profundidad, hasta 100 ó mas. Con efecto hemos espuesto y dado á conocer:

1.° Los principios que deben guiar al fontanero sondeador en la indagacion de los terrenos susceptibles de contener aguas que puedan elevarse á la superficie del terreno, ó permanecer estacionarias á algunas varas bajo de ella.

2.° Los trabajos que se deben ejecutar con la sonda del minero para atravesar los terrenos bajo los cuales se encuentran dichas aguas.

3.° Las dificultades que se suelen encontrar al taladrar las capas, y los medios de vencerlas.

4.° El modo de evitar los inconvenientes que suelen presentarse, y que á veces inutilizan los surtidores naturales; y

5.° El coste que deben tener segun las diferentes clases de terrenos que hay que atravesar para llegar á las capas calizas que contienen las aguas.

# ESPLICACION
# DE LAS ESTAMPAS.

1.ª

Perfil del terreno de las inmediaciones de Paris.

2.ª

Fig. 1.ª Mapa del departamento del paso de Calés: *a′ b′ c′ d′*, límite del pais alto y bajo: *n*, *o*, *p*, *q*, límites de los departamentos del Paso de Calés y del Norte. Las líneas que pasan por los comunes de Choques, Aire, Merville, Ardres, etc., etc., indican los perfiles de los terrenos de las estampas siguientes. La línea punteada que pasa por los comunes de Landrethun, Colembert, Desvres y Neuchatel, indica la division de los terrenos cretáceos, y los mas antiguos de que está formado el Bulonés.

3.ª

Las figuras 2, 3, 4 y 5 representan el órden de sucesion y corpulencia de las capas taladradas con la sonda en Calés, Ardres, Annecin y Choques. Tambien se ha anotado la profundidad de los sondeos.

4.ª

La figura 6 manifiesta la composicion de los terrenos de las inmediaciones de la ciudad de Aire, y la profundidad á que se ha encontrado la creta.

5.ª

La figura 7 representa el órden de sucesion de los terrenos penetrados en el comun de Merville, y da á conocer al mismo tiempo el modo de entrar las aguas en el agujero de la sonda.

6.ª

Fig. 8. Perfil de los terrenos penetrados en Blengel donde se han hecho tres sondeos. Solamente en el último se ha conseguido elevar las aguas á la superficie de la tierra. El perfil del valle es ficticio, pero las alturas son exactas: *a b c d* capa arcillosa margosa: *f g a b h k* capas de creta separadas por fajas de pedernal.

7.ª

Fig. 9 y 10, cabeza de la sonda vista por dos caras. Fig. 11 y 12, espiga de la sonda. Fig. 13 y 14, ensambladura de las espigas. Fig. 15, 16 y 17, maroma, estribos y espigas de la sonda. Las tres figuras representan en plano, perfil y alzado estos objetos. Fig. 18 y 19, plano y alzado del manubrio: *n o'*, abertura rectangular que tiene el manubrio para que entre la espiga de la sonda: *d e*, cuña para asegurar la sonda en el manubrio. Fig. 20 y 21, disposicion de la maroma y del estribo que sirve para desarmar las barras de la sonda vista por todas sus caras.

8.ª

Fig. 22, 23 y 24, plano, perfil y alzado de una barrena: *a b*, mango de la barrena que remata en horquilla macho para unirla á una de las espigas de la sonda. Fig. 25, 26 y 27, plano, alzado y perfil de un instrumento para principiar el taladro en las arcillas pegajosas. Fig. 28, 29 y 30, otro instrumento para agrandar el agujero formado por el anterior. Fig. 31, 32 y 33, instrumento de corazon que emplea continuamente el fontanero despues de los dos precedentes. La fig. 33 representa la proyeccion horizontal de la parte de este instrumento comprendida entre la línea *a b*, y la estremidad inferior *n*. Fig. 34, 35 y 36, plano, perfil y alzado de un instrumento que sirve para facilitar la introduccion de los cofres en las capas ar-

cillosas. La fig. 36 representa la proyeccion horizontal, partiendo de una línea que pasase por los puntos *o p q r* hasta la estremidad *n*. Las mismas letras en estas tres figuras indican las mismas partes del instrumento.

9.ª

Las fig. 37, 38 y 39 representan una herramienta con dos alas encorvadas en sentido opuesto, y que rematan en una lengua de serpiente. Las fig. 38 y 39 los perfiles segun los planos horizontales que pasan por las líneas *a b*, y *b' c* de la fig. 37. Fig. 40, 41 y 49, plano y perfil del instrumento llamado atrevido. La fig. 41 lo representa visto por el plano *g h*. Fig. 43, doble tirabuzon para sacar el silex. Fig. 44, 45 y 46, cincel sencillo. Fig. 47 y 48, cincel doble. Fig. 49 y 50, cincel cuadrado. Fig. 51 y 52, cincel piramidal. Fig. 53 y 54, trépano que remata en la curva *a*, *b*, *c*. Fig. 55 y 56, otra especie de trépano terminado por cuatro superficies ganchas cuyas intersecciones se reunen en un punto *a*. Fig. 57, 58 y 59, otro trépano de corte horizontal. La fig. 59 lo representa visto por la línea *a b*, y la 58 en plano; pero ha sido necesario volverle para ver la situacion de la línea de interseccion *o q* de las dos caras en que remata esta herramienta. Fig. 60, 61 y 62, instrumento que las dos primeras figuras representan visto por las líneas *m n*, y *o p*.

10.

Fig. 63 y 65, alzado y perfil de una cuchara cónica terminada en espiral: *g h*, círculo de hierro dentro del cono sobre el cual se aplica el asa *m p n*: *p*, clavija de hierro que sirve para asegurar el asa *m p n* á la espiga *c b a*. La fig. 64 representa un instrumento que sirve para limpiar los cofres y desprender la arcilla que se pega á sus paredes; pero no es de grande utilidad, porque al introducir los cofres unos en

otros, ellos mismos hacen caer la arcilla que hay pegada en las caras de los que primero se introdujeron. Este instrumento se compone de cuatro planchas de hierro rectangulares é iguales á las *a b*: *c d*, el grueso de las planchas que estan terminadas en un bisel: *e*, *f*, *g*, *f*, brazos unidos á la espiga *n m*. Fig. 66 y 67, plano y perfil de un instrumento á propósito para sacar la arena sin consistencia: *a b c d*, plano de una caja rectangular (las mismas letras corresponden á los mismos objetos en ambas figuras): *l h k n*, cilindro unido á la caja: *o p q x y z*, superficie espiral que sirve para sacar la arena: *g g* etc., apoyos: *a g' o' d*, asas: *k' h'*, rodaja de cuero: *a' a'*, anillito cilíndrico: *f f f f*, piezas pequeñas de hierro en los cuatro ángulos de la caja rectangular, á las cuales se asegura con tuercas *t t* el fondo movible *q' b c r'*: *d' d'* etc., huecos de la caja donde cae la arena de la superficie espiral. (Veanse sus detalles en el §. 35 del testo.) Fig. 68, instrumentos para sacar los cofres: *a b c*, pieza de hierro cuyo centro de gravedad está un poco debajo del punto de suspension *e*: *d e*, espiga con una muesca igual á la mitad de la longitud *a b* para que pueda entrar en ella la pieza *a d b*. Fig. 69, mano giratoria: *a b c d*, abertura en que entra la espiga de la sonda. Fig. 70, *o p r n*, llave de suspension: *a b*, abertura circular por la cual pasa una cuerda cuando ha de estar suspensa á este instrumento la espiga de la sonda en el agujero: *g h*, abertura rectangular en que entra la espiga de la sonda. Fig. 71, *a b*, peine para limpiar las barrenas. Fig. 72 y 73, plano y alzado de un grande arranca-sonda: *a m*, abertura por donde entra la espiga de la sonda que se coloca en *p q* cuando gira el instrumento. Fig. 74 y 75, pequeño arranca-sonda visto por dos caras: *g p q*, semicollar ó estribo asegurado fuertemente contra las caras de la espiga *a b*, para que entre en él la barra rota. Fig. 76, arranca-sonda en espiral: *a b*, parte interior cortante. Fig. 77, campana de terraja: *a b c*, tuerca en la cual entra la

espiga rota. Fig. 78 y 79, instrumento para sacar los cofres en los sondeos pequeños: *a b c d*, alas en cuyas caras esteriores se trazan secciones de tornillos.

11.

Fig. 80, *f'*, cofre con una chapa encima *p''*, sobre la cual cae la maza *a' b'*. Para hacer obrar la maza sobre el cofre se quita la maroma del molinete, y los trabajadores ponen algunas cuerdas para levantar la maza: *q' q'*, madero para atar una cuerda, la cual se mantiene tirante por medio de una estaca que se clava á cierta distancia del aparejo: *r' y d'*, piezas de madera para unir la *o' p'* al punzon *a b*. Las mismas letras indican los mismos objetos en las estampas 11, 12 y 13. Fig. 81, plano de la rueda *n s q r* de la fig. 80 y de las pequeñas poleas *n' n'* que impiden que la maroma con que está atada la maza salga del carril que hay en la circunferencia de esta rueda. Fig. 82, *a' b'*, maza: *x y*, colas: *o' p'*, varal. Fig. 83, ensambladura del varal con la maza: *a b*, punzon: *o p*, varal: *r' r'*, piezas de madera que se aplican contra las caras opuestas del punzon y del varal, aseguradas con pernos representados por líneas punteadas. Otra ensambladura semejante hay en *r'*, fig. 80. Fig. 84, *a' b'*, maza: *x y*, colas: *v v*, piezas de madera que se introducen por la parte superior de las colas, despues que han entrado en las aberturas *v s y' c'* de la maza: *o' p'*, varal.

12.

Fig. 85, plano del aparejo que representan en alzado las fig. 80 y 86: *a b*, punzon: *o' p'*, varal: *d' d'*, piezas de madera semejantes á las *r' r'* de las fig. 80 y 83 y que tienen los mismos usos: *t' u'*, madero que sostiene uno de los muñones del molinete.

13.

Fig. 86, alzado del aparejo por el plano *g h* de la fig. 85, de la maza *a' b'*, de la chapa *p''* y del cofre *f'*.

14.

La fig. 87 representa un aparejo con maza que descansa sobre la chapa $p$: $a$ $b$, punzon: $h'$ $g'$, el varal: $v$ $v$, piezas de madera para unir el varal al punzon, semejantes á las representadas por $r'$ y $d'$ en las fig. 80 y 83 de la estampa 11: $r$ $e$, madero que puede considerarse como otro varal para dirigir la maza. Este madero se fija al $h'$ $g'$ con birolas de hierro $o'$ $o'$ que rodean las tres caras de los dos varales, y que rematan en tornillos $d'$ $d'$ para que entren las piezas de hierro $s'$ $s'$ cuya longitud es un poco mayor que el ancho de las caras del varal. Estos maderos se ajustan con tuercas al varal: $q'$ $q'$, jacenas aseguradas con un perno al madero $r'$ $c'$ para mantenerlo á una distancia conveniente del varal $h'$ $g'$, cuando se aprietan las tuercas contra las piezas $s'$ $s'$. Despues de introducido el cofre se baja el madero $r'$ $c'$, lo que se hace facilmente desarmando las tuercas y las piezas de hierro $s'$ $s'$ que aseguran las birolas $o'$ $o'$, se arman de nuevo en seguida todas estas partes, de modo que las jacenas $q'$ $q'$ tengan tal situacion que las colas de la maza puedan moverse en la pieza $c'$ $r'$ sin encontrar obstáculos. 1, 2, 3, 4, etc., cuerdas para que los hombres que estan sobre el segundo cofre $q$ $r$ $s$ $t$, fig. 139, Est. 22, levanten la maza: $a$ $b$, punzon que remata en un estilete cónico $c$ $d$: $m'$ $n'$, falconete: $p''$, maza: $p$, chapa: $s$ $t$, banquillo en que descansan las piezas $p$ y $q$: $m$ $n$, madero cuya descripcion y uso puede verse en el §. 66 del testo. Las fig. 149 y 150 de la Estampa 23 lo representan en plano y perfil. En la estampa 14 solo se han representado las partes superiores de la escavacion, cuyos pormenores se ven en la estampa 22, porque en la primera hemos querido únicamente manifestar el modo de colocar el aparejo sobre el tablado construido en la parte superior de dicha escavacion.

15.

Esta estampa representa la proyeccion horizontal

de una maza de cabria. Fig. 88, *a a*, solera: *t' n*, *g g*, largueros inclinados que sirven para sostener la pieza *j j*, que se llama cabeza de la cabria: *h h*, *i i*, largueros inclinados para sostener el molinete *n n* por medio de las piezas pequeñas *o o*: *e e*, la escala: *d d*, maderos para sostener la estremidad inferior de la escala: *b b*, *b b*, piezas horizontales que se acomodan á la solera *a a* y á la pieza pequeña *c c*: *k k*, travesaño que sostiene la cabeza, y en que descansan las dos piezas *q q*, *q q*, representadas con el mismo travesaño en las fig. 89, 90 y 91: *a'' b''*, aberturas del asiento para que entren los largueros inclinados *t' n* y *g g*. Las fig. 92 y 93 presentan la solera por encima y por debajo, como asimismo las aberturas opuestas donde entran las espigas de los largueros *t' n*, *h h*, *i i*, *g g*: *p p*, *p p*, fig. 88, maderos verticales para dirigir la maza *t t*: *r'''*, cuerda ó maroma de la maza de cabria para mover la sonda ó la maza. Todas las líneas punteadas que representa la fig. 88, son relativas á los detalles de construccion que se esplican en el testo, y por lo mismo no trataremos áqui de ellos. Las piezas *q q*, *q q* y *p p*, *p p*, solo se ponen en la cabria cuando se hace uso de la maza. Aunque no es necesario que las espigas de los largueros atraviesen el asiento en que descansan, lo es sí que la cara *o''' y'''*, fig. 93, que está en contacto con el suelo, esté agujereada para que no se estanquen las aguas que caigan, cuando llueva, en la cara superior *a a*, fig. 88. En la fig. 91 está representado todo el ancho del travesaño *k k*; y la fig. 89 indica la magnitud real de la cara comprendida en el mismo plano que las *t' f* y *g g*. La pieza *t'*, fig. 90, representa la cara de la *q q*, proyectada verticalmente en la fig. 94, é indicada en la fig. 88 por las líneas punteadas *q q*, *s' s*. Fig. 88 y 91, lengüetas de encina introducidas en los largueros verticales *p p*, *p p*: *n'' n'' n'' n''*, fig. 88, birolas de hierro circulares que rodean ambas cabezas del molinete con agujeros cilíndricos de tres pulgadas y media para las palancas *l*, *l*: 4', 5', parte de la cara de la solera

que se supone colocada sobre un plano horizontal *a*, *a* para ver la línea *s'' v''* de que hemos hablado en el testo.

16.

La fig. 94 representa la proyeccion vertical de varias piezas de madera de la maza de cabria. Las mismas letras indican en esta fig. las mismas piezas de madera que en la estampa 15. En la fig. 94 se ve la colocacion del travesaño *k k* y las piezas horizontales *q q*, porque hemos supuesto que no existe el larguero inclinado *g g*. Todas las líneas punteadas que representa la Estampa 16 son de construccion. El testo las esplica suficientemente: *s s*, muescas de las dos caras verticales opuestas de la maza en que entran las lengüetas *s s*, de los largueros verticales *p p*, *p p*. Fig. 95 y 96, polea en plano y perfil, su construccion está esplicada en el testo.

17.

La fig. 97 representa la proyeccion de la maza de cabria sobre un plano que pasa por los puntos *4' j* y 7 de la fig. 94. Las piezas de la cabria contenidas en esta Est. que corresponden á las que se hallan en las fig. 88 y 94, tienen las mismas letras. Fig. 98, desarrollo del larguero inclinado *t' n*. La cara *t' f* es la misma que en la fig. 88: *a* y *b*, líneas punteadas que indican que este larguero inclinado ha pasado á *z f*. Las partes *c, d, e, f, g, h, i, k* indican los planos en que rematan las espigas: *m*, *n*, aberturas en la union del travesaño *k k*, fig. 97, con las piezas *t' n* y *g g*. Las líneas punteadas que pasan desde la fig. 97 á la 98, esplican como se ha de hallar el parage de dichas aberturas en las caras de los largueros en que se hacen. Fig. 99, desarrollo del larguero *h h*. La cara *h h* pasa á *b c*. Una de las cuatro caras de este larguero está á la izquierda de la *b c*, y las otras dos á su derecha.

18.

Fig. 100, *b b*, *b b*, plantilla de los largueros verticales *p p*, *p p*: *d*, *d*, *d*, *d*, puentes que se adaptan á los cruceros *q q*, *q q*, y sirven para dar direccion vertical á la maza: *v v*; pernos con tuercas y redondelas, con las cabezas embutidas en las lengüetas *s s*: *o o*, chapas de hierro aplicadas á las caras esteriores de los cruceros pequeños: *o' o'*, puentes sujetos con clavos, y cuatro pernos á los cruceros *q q*: *l l*, proyeccion horizontal del pozo en cuyo fondo está el agujero de sonda. Fig. 101, perfil por la línea *a b* para indicar como se une á la maza la tenaza *m v'*: *r*, estribo cuya parte superior está sujeta al clavo giratorio: *a*, pieza de hierro que se clava á la maza: *i i*, abertura para que pase la tenaza *m m* de forma cónica para que la tenaza pueda soltar la maza. Fig. 102, *h h*, madero pequeño que se coloca en la parte superior de los largueros verticales *p p*. Figura 103, estribo que se adapta á la tenaza. Fig. 104, *p' p'*, clavo giratorio que se ata á la maroma de la cabria. Fig. 105, maza en alzado: *s s*, muescas que hay en las dos caras paralelas y opuestas, por las cuales resbalan las lengüetas de los largueros verticales *p p*, *p p*: *m' m'*, birolas de hierro: *a*, pieza de hierro en que entran los brazos inferiores de la tenaza.

19.

Fig. 106 y 107, plano y alzado del primer cofre parcial. Fig. 106, *a' a c*, zapatilla: *a'*, *c'*, tablas pequeñas (se llaman asi las que son menos anchas): *e e*, *e' e'*, clavijas de hierro: *y*, muesca: *g''*, piececita de hierro colocada en la muesca correspondiente á la *y*: *p' r*, pieza de hierro que entra hasta la mitad de su ancho en las muescas abiertas en las estremidades superiores de las tablas pequeñas. Fig. 107, *q' q'*, *q'' q''*, clavos ó clavijas de hierro *e e*, *e' e'*, idem: *b' d'*, *a' c'*, tablas pequeñas vistas de plano: *b a'*, *d c'*, plano de las tablas grandes que tienen las muescas *b' q*, *a' n*, *d' a''*, y *c'*

$b''$ designadas en la fig. 106 por las letras *s s*. Fig. 108 y 109, perfil y plano de la zapatilla *a n o c d o f n*, en que entran las tablas que forman el cofre: *a c*, *d f*, clavijas de hierro: *a b*, *g f*, *b' c'*, *c d*, chapas de fundicion que se adaptan á la zapatilla: las dos *a b* y *g f* se colocan de manera que esten en el mismo plano que las caras esteriores del cofre. La fig. 109 representa el plano de la parte inferior del primer cofre parcial con una zapatilla por la línea *p q*. Fig. 110, ensambladura de dos cofres parciales: *a' b'*, union de dos tablas del segundo cofre parcial con las *a' c'* del primero: *e' e' e' e'*, piececitas de hierro para unir las tablas de los dos cofres. Fig. 111, desarrollo de un cofre parcial con las dimensiones de las tablas, y la disposicion de unas respecto de otras: *a b*, tabla representada por las mismas letras en la fig. 110: *p m*, muesca en que entra la pieza de hierro $g''$ hasta la mitad de su ancho; la otra mitad está en otra *y*, fig. 106: *h d*, tabla paralela á *g h*, no estando desarrollado el cofre: *e f*, tabla representada en perfil por las mismas letras en la fig. 110: *g h*, otra tabla que se ve de cara en la fig. 110: *a p*, *q' m*, *e v*, *q n*, muescas de las tablas grandes.

20.

Fig. 112 y 114, plano y alzado del primer cofre parcial cilíndrico. La fig. 112 representa hasta *v' x'* el alzado del cofre, y desde esta línea hasta *q' q'* representa el perfil hecho por la línea *a z* de la fig. 114: *o' c'*, birola de hierro que entra, como lo indica el testo, en las mortajas de las duelas que componen los cofres. Esta birola está representada en perfil en la fig. 112, y su grueso indicado por las *e'* y *o'*, *a*: *v x m n*, zapatilla de fundicion que se pone á la estremidad del cofre. La fig. 116 la representa en plano, y la 115 por un perfil hecho en *m s*. Las partes punteadas indican las duelas del cofre y las clavijas de hierro que las atraviesan. Cuando no puede echarse mano de zapatillas de fundicion, se labran las estremidades de las duelas,

como se ve en la fig. 117, y se les pone al rededor una chapa de hierro *b*, *p*, *q*, *o*, *n*, *c*, aseguradas con clavijas de lo mismo. La fig. 117 manifiesta un perfil del cofre, hecho por la línea *b c d* de la fig. 118. Fig. 113, alzado de un cofre parcial cilíndrico: *g h*, *o p*, birolas de hierro: cada cofre tiene dos. Fig. 119 y 120, perfil y alzado de la duela de un cofre parcial cilíndrico. La fig. 120 representa el perfil de la duela por la línea *a b* : *o n*, abertura por la parte esterior de la duela para poner una redondela de hierro, y una tuerca que sostenga la birola de hierro *a b* por medio de una tuerca de cabeza perdida *g*. Fig. 121, 122; 123, 124 y 125, empalmes de la sonda. Fig. 121 y 123, macho del empalme á la estremidad de una barra. Fig. 122, 124 y 125, hembra del otro cabo de la misma barra. La fig. 124 representa la hembra vista por el plano vertical que pasa por la línea *d c* de la fig. 122, y la fig. 125 la representa vista por el plano *n x*. Fig. 126 y 127, alzado y plano de un perno: *v x*, cuñas del perno que entran en las aberturas *g*, *h*, *n* de la fig. 125. Fig. 128, 129 y 130, plano y alzado de una barrena cónica; en el testo se espresan las partes que la componen. Fig. 133 y 134, perfil y alzado de un instrumento, con el cual se puede desde cualquiera profundidad subir á la superficie el agua para examinar su naturaleza: *b*, anillo para atar la cuerda con que se baja el instrumento: *a a*, válvulas colocadas en las piezas *n n*, que se abren de abajo á arriba: *q q q*, agujeros pequeños que sirven para facilitar la entrada del agua en el cuerpo *p* del instrumento.

21.

Fig. 135, perfil vertical de un pozo abierto para hacer el sondeo con seguridad. Fig. 136, otro perfil horizontal hecho en *a b* de la fig. 135 en la que estan representados los maderos *e″ d″ c″ f″*, colocados en el fondo del pozo. Fig. 137, proyeccion horizontal de la parte superior del pozo: *m′ m′*, maderos escota-

dos circularmente para dirigir la sonda *t z*, fig. 135: *p' o'*, *x y*, estacas : *e'' e'' d'' f''*, bastidor de madera, fig. 136, colocado en el fondo del pozo: otro igual hay en la superficie. Fig. 138, perfil del madero *c''*, fig. 137, hecho por la línea punteada *h h*: se ha suprimido la pieza *e''*.

22.

Fig. 139, perfil de la escavacion que se hace para manejar la sonda é introducir los cofres: *a a c c*, maderos que componen el primer cuadro: *q r s t*, maderos del segundo cuadro. Los otros tres se forman del mismo modo que los dos primeros: *d d, d' d'* jacenas: *h h*, maderos colocados entre dos cuadros para que se mantengan paralelos: *a' b'*, cofre: *l'*, madero que sostiene el varal *h'* y deseansa sobre el *s t* del segundo cuadro: *v, y*, viguetas de la rejilla inferior, cuyo plano se ve en la fig. 142: *v' v'*, cuñas que sostienen los cofres en posicion vertical: *e e f f e' e'* etc. *i i* etc., tablas colocadas detras de los cuadros.

23.

Fig. 140, plano de cinco cofres únicos, introducidos unos en otros. Fig. 142, plano de la rejilla inferior, cuyo perfil se ve en la fig. 139, (las mismas letras indican los mismos maderos en ambas figuras): *v' v'*, cuñas para sostener el cofre *a' b'* en posicion vertical: *a' b'*, plano del cofre. Fig. 141, perfil de uno de los maderos que se introducen en el cofre *a' b'*, para dirigir la sonda. Fig. 143, solo hay que examinar en esta fig. las partes *m n*, *s r*, *r z*, y *v p* que forman el cuadro que se pone sobre el cofre. Estos maderos estan representados en perfil en la fig. 144. Encima de este cuadro se ponen otros maderos, fig. 143 y 144, *e f*, *g h*, *i k*, y *l o*, en los cuales se introduce la pieza *p*, fig. 87. Fig. 145, ensambladura de dos maderos semejantes á la de la fig. 141. Fig. 146, perfil del cofre en que estan colocados los dos maderos de la fig. 145. Fig. 147, alzado de uno de los dos maderos *b o*, ú *o p* de la fig. 145: *p q*, abertura semicircular que sirve para que la sonda permanez-

ca en posicion vertical. Fig. 148, esta fig. representa los maderos que se colocan sobre los de la rejilla superior, y en los cuales se introducen los *b o* y *o p* de la fig. 145. Estas piezas sirven para manejar y dirigir la sonda antes de haber puesto el primer cofre parcial. Fig. 149 y 150, madero que se acomoda al punzon y al varal del aparejo (V. la fig. 87) para manejar la maza: *s t x*, cuerda que se ata á la maroma del aparejo: *a b c d*, abertura en que entra el varal: *y k l r*, agujero en que entra el punzon: *p' q'*, cojinetes que sostienen el eje de la polea, por cuyo carril pasa la cuerda *e' f' o*, fig. 87. La fig. 150 representa esta pieza de madera en perfil.

24.

Cuando ha de introducirse el cofre por presion, se quitan el aparejo y la maza; ó bien se colocan los árboles que han de hacer la presion en una direccion perpendicular al aparejo. La fig. 151 representa los árboles y tornillos reunidos, y la situacion del punto de apoyo: *a b*, viga vertical: *c d*, *o s*, *e f*, jacenas: *o p p'* maderos que descansan en las tablas *k* y *l*, é impiden que se mueva la viga *a b*: *c' o'' q'' d'*, tablones que hay sobre el cofre en que descansan los árboles *x' u* : *d'' d''*, tornillos para los árboles: *a'' b''*, barras de hierro. En la fig. 152 se ven los maderos que deberian proyectarse en la fig. 153; pero es mejor representarlos aparte para que se observe mejor el todo. La fig. 151 representa el perfil de la escavacion en un plano perpendicular al en que está proyectada la fig. 89. La fig. 154 representa el conjunto de los árboles *x' u*, y *x' u* con el punto de apoyo *x x*, por el plano vertical paralelo á una de las caras de la viga *a b*, y que pasa por la línea *B A*. La figura 155 representa los tornillos, la tuerca y los árboles proyectados en un plano *N M*, paralelo al que pasaria por los dos ejes de los tornillos *d'' d''*.

25.

Fig. 156 y 157, plano y perfil de los maderos que

sostienen las busas al barrenarlas: *a' b'*, barrena: *s y*, madero de la busa: *k l*, *x z*, apoyos movibles de la barrena: *p p o o*, puntos de apoyo que sostienen las partes horizontales *e f*: *a b*, *m n*, apoyos de la busa. Figura 158, perfil de uno de los puntos de apoyo. Fig. 159, perfil de la pieza *k l* que sostiene la barrena. Fig. 160, madero de la busa: *n m p q* y *n m g o*, agujero que se hace en este madero poniéndolo en situacion inclinada al horizonte, variando alternativamente sus caras *d c* y *a b*. Fig. 161, el mismo madero y nueva posicion de los agujeros formados. Fig. 162, *n m p q*, taladro que llega hasta la mitad del madero *a b c d*. Fig. 163, *b c d a*, el mismo madero de la fig. anterior; pero trocados los estremos: *o g q m n p*, agujero que forma un ángulo en *p g*, tanto mayor cuanto la pieza *b c d a* está menos inclinada. Fig. 164 y 165, plano y perfil de una de las barrenas con que se taladran las busas.

26.

Fig. 166 y 167, perfil y plano de una busa: *m' e'*, diámetro interior de la busa: *n g n' p*, pequeña muesca en que entra una birola de hierro análoga á la *x a' k z* colocadas en la parte inferior de la segunda busa: *a b c d*, abertura en el estremo superior de una busa, donde encaja otra trabajada como se ve en *v q r s t u*. Figuras 168, 169 y 170, perfil, plano y alzado de un instrumento para hacer la abertura *a b c d*, fig. 166 de las busas (en la descripcion que sigue deben examinarse á un tiempo estas tres fig.): *k b*, cilindro que entra en el agujero de la busa: *f g*, cilindro de diámetro igual á la abertura *a b c d*, fig. 166, que debe hacerse: *x' x'*, mango para dar vuelta al instrumento: *p*, escotadura donde se depositan las virutas: *i l*, cuchilla con cabeza de tornillo: *q q*, tuercas: *p' p'*, tornillo para apretar la cuchilla: *a' a'*, garganta que hay en la parte cilíndrica *e f* donde entra la tuerca *q*, y la cabeza de la cuchilla: *e' e'*, chapa de hierro batido en forma de herradura, que se aplica á la parte cilíndrica *e f*, por la cual pasa la ca-

beza *i* de la cuchilla *i l*. Fig. 178 y (172), alzado y plano de la cuchilla *i l*: *n n*, muescas en que entran *p' p'*, de la fig. 168. Fig. 173, 174 y 175, perfil, plano y alzado de un instrumento para dar á la estremidad del tubo *m' e'*, fig. 166, la forma *v q r s t u* (estas tres figuras deben examinarse á la vez): *k b*, cilindro que se introduce en el tubo de la busa: *f g*, cilindro de hierro batido en el cual entra la parte *q r s t*, fig. 166, á proporcion que obra la cuchilla *m l*: *e f*, parte cilíndrica que contiene una garganta y una muesca para recibir la cabeza *m* de la cuchilla y la tuerca *s*: *x' x'*, mango para comunicar al instrumento el movimiento de rotacion: *s s*, tuercas: *q q*, chapas de hierro batido que forman parte de la del cilindro *f g*, y entre las cuales se coloca la cuchilla *m l*: *e e*, tornillos para ajustar las chapas y apretar la cuchilla: *v v*, estribo por el cual pasa un tornillo *x*, cuyo estremo remata en horquilla donde entra la parte *z* de la cuchilla *m z l*, fig. 176: *t*, tuerca para levantar el tornillo *x*, y por consiguiente la cuchilla: *a a*, tornillo para fijar el cilindro de hierro batido *f g* en el de madera, cuyo diámetro es *n o*. Figuras 176 y 177, alzado y plano de la cuchilla *m l*: *d d*, aberturas circulares que dan paso á los tornillos *e e*, fig. 173. Fig. 178, 179 y 180, perfil, alzado y plano de dos busas unidas. Fig. 181 y 182, plano y perfil de una busa, cuyas estremidades rematan de diverso modo que las de la fig. 166 y 167. Fig. 183 y 184, dos busas reunidas de construccion igual á las representadas por las figuras 181 y 182. Fig. 185 y 186, busa con una zapatilla. Fig. 187, piezas de madera sesgadas circularmente que se ajustan al rededor de una busa *p p*, con pernos *m o*, y tuercas *a' b'* y *d' e'*. Fig. 188, busa que tiene en la parte superior una pequeña escotadura *a b c d*, donde se aplican las piezas *a b* y *c d* de la fig. 187. Fig. 189, busa con las piezas de la fig. 187, colocadas sobre el cofre *a b*. Fig. 190 y 191, alzado y plano de la pieza que se coloca en el hueco de la busa, y sobre la cual golpea la maza.

# ÍNDICE.

PAGINAS.

# ERRATAS.

| PAGINA. | LINEA. | DICE. | LÉASE. |
|---|---|---|---|
| 15 | 29 | enfótida | eufótida |
| 23 | 15 | Psammistas | Psammitas |

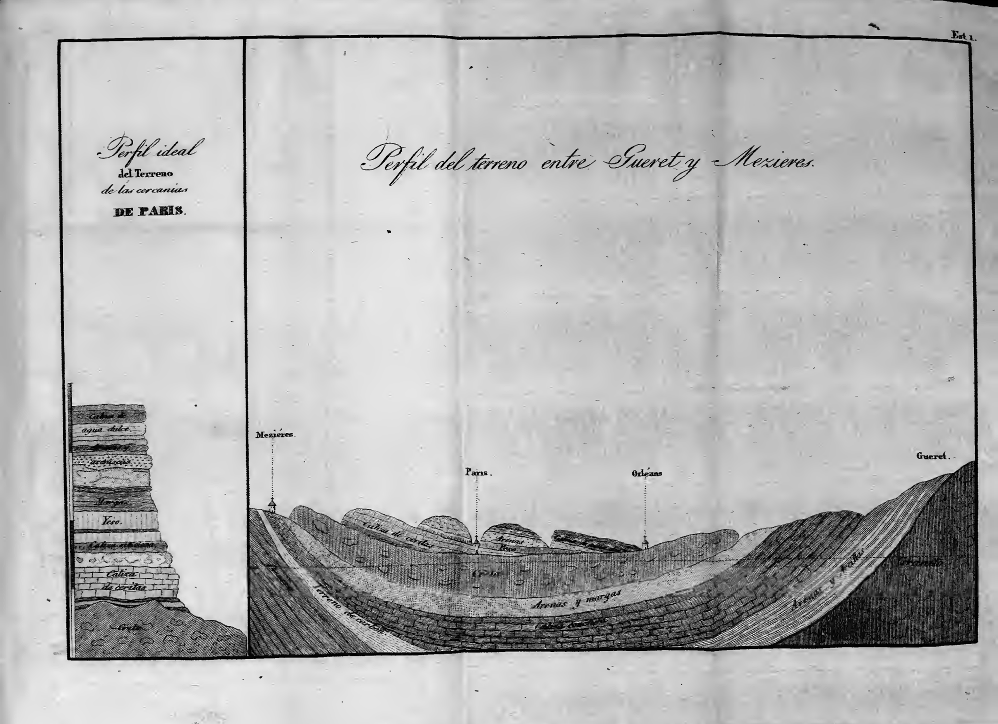

Est 1.
Perfil ideal
del Terreno
de las cercanias
DE PARIS.
agua dulce.
areniscas.
Yeso.
Caliza
de ceritas
Perfil del terreno entre Gueret y Mezieres.
Mezières.
Paris.
Orléans
Gueret.
Caliza de ceritas
Arenas
Creta
Arenas y margas
Terreno de carbon
Arenas y arcillas
Granito

Fig. 1.

Est. 2.

Norte.

Gravelines

Calés

Cabo blanc nez.

Cabo gris nez.

Landrethun

Ardres

Boloña

Colembert

S. OMER

Devres

Neuchatel

LA MANCHA

Occidente.

Meridiano de Paris.

Aire

Merville

Armentieres

LILA

S. Venant.

Lillier

Choques

Annezin

Bethune

Oriente.

Nedonchelle

Fiefs.

Montreuil

Blengel

Hesdin

S. Pol

La Canche

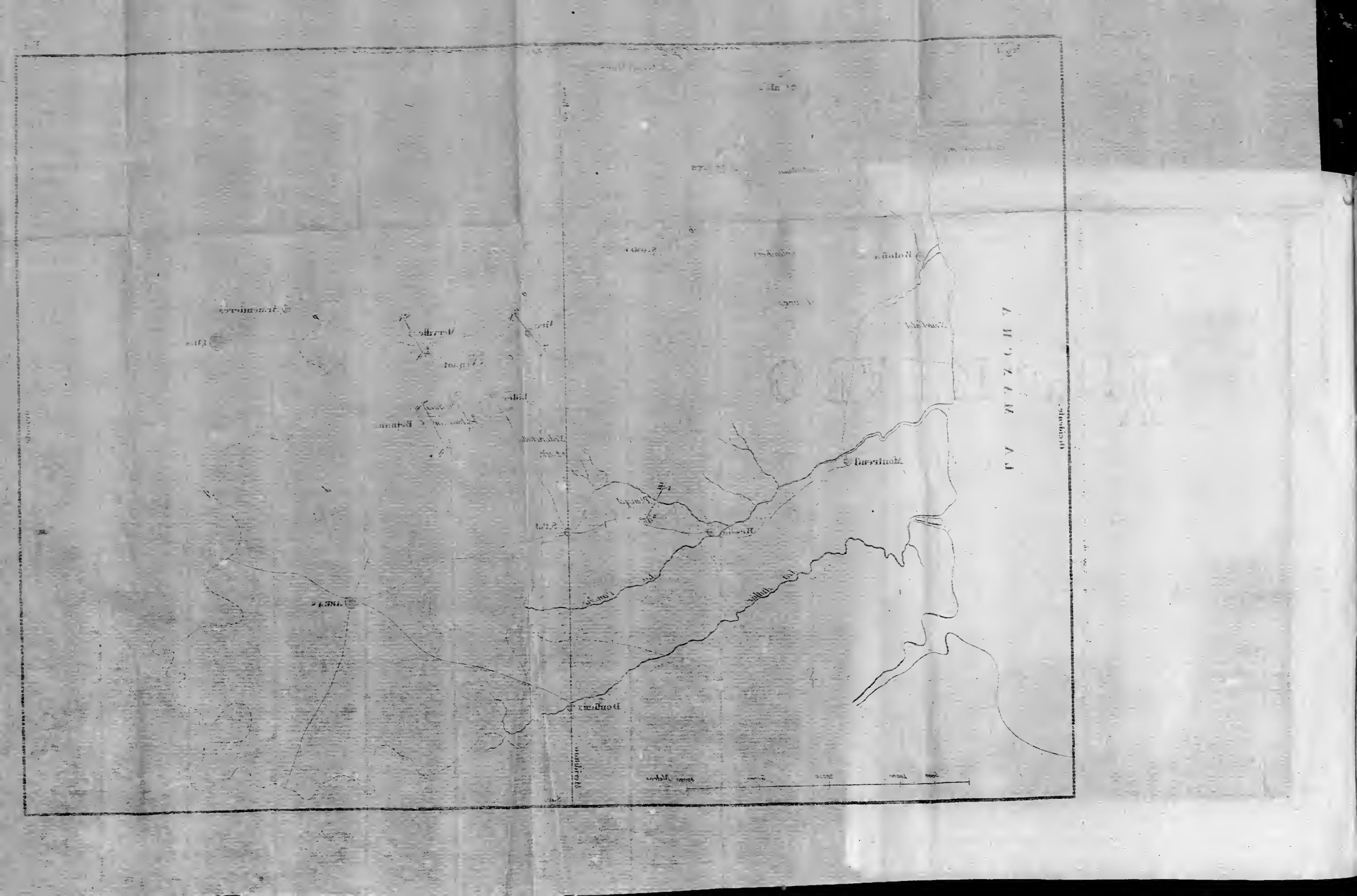
La Authie

ARRAS

Doullens

Sur.

5000 10000 20000 30000 40000 Metros.



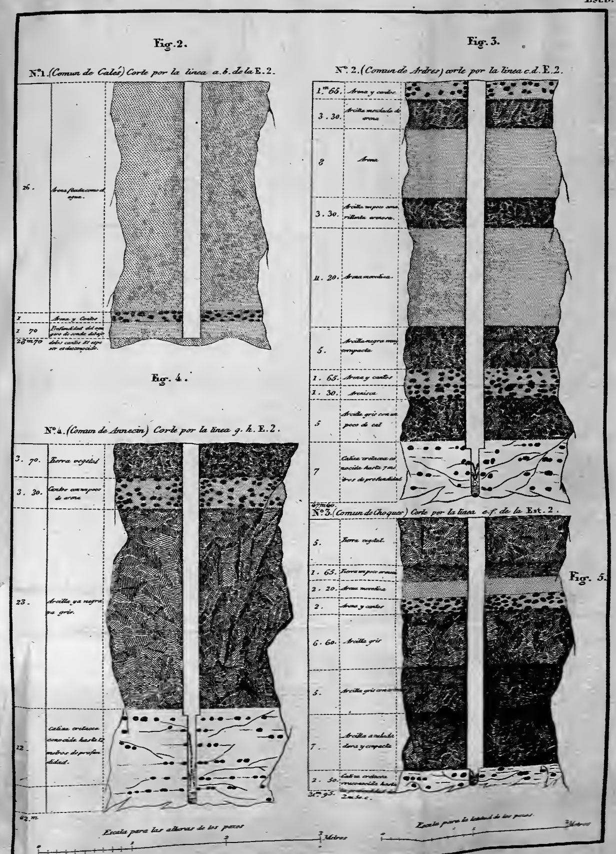


Fig. 2.
N.º 1. (Comun de Calés) Corte por la linea a. b. de la E. 2.
26.
Arena fluida como el agua.
1
Arena y Cantos
1 70
Profundidad del agugero de sonda debajo delos cantos El espesor es desconocido.
28.m 70
Fig. 3.
N.º 2. (Comun de Ardres) corte por la linea c. d. E. 2.
1.m 65.
Arena y cantos
3. 30.
Arcilla mezclada de arena
8
Arena
3. 30.
Arcilla un poco amarillenta arenosa.
11. 20.
Arena movediza.
5.
Arcilla negra muy compacta
1. 65.
Arena y cantos
1. 30.
Arenisca
5
Arcilla gris con un poco de cal
7
Caliza credacea conocida hasta 7 metros de profundidad
47m 60.
N.º 3. (Comun de Choques) Corte por la linea e. f. de la Est. 2.
5.
Tierra vegetal.
1. 65.
Tierra un poco arenosa
2. 20.
Arena movediza
2.
Arena y cantos
6. 60.
Arcilla gris
5.
Arcilla gris con
7.
Arcilla azulada dura y compacta
2. 50.
Caliza credacea conocida hasta
2 m 50 c.
31.m 95.
Fig. 5.
Fig. 4.
N.º 4. (Comun de Annecin) Corte por la linea g. h. E. 2.
3. 70.
Tierra vegetal
3. 30.
Cantos con un poco de arena
23.
Arcilla ya negra ya gris.
12.
Caliza credacea conocida hasta 12 metros de profundidad.
42.m
Escala para las alturas de los pozos
3 Metros
Escala para la latitud de los pozos.
2 Metros



Fig. 6.

N.° 5. (Comun de Aire) Corte del terreno por la linea i. k. de la Est. 2.

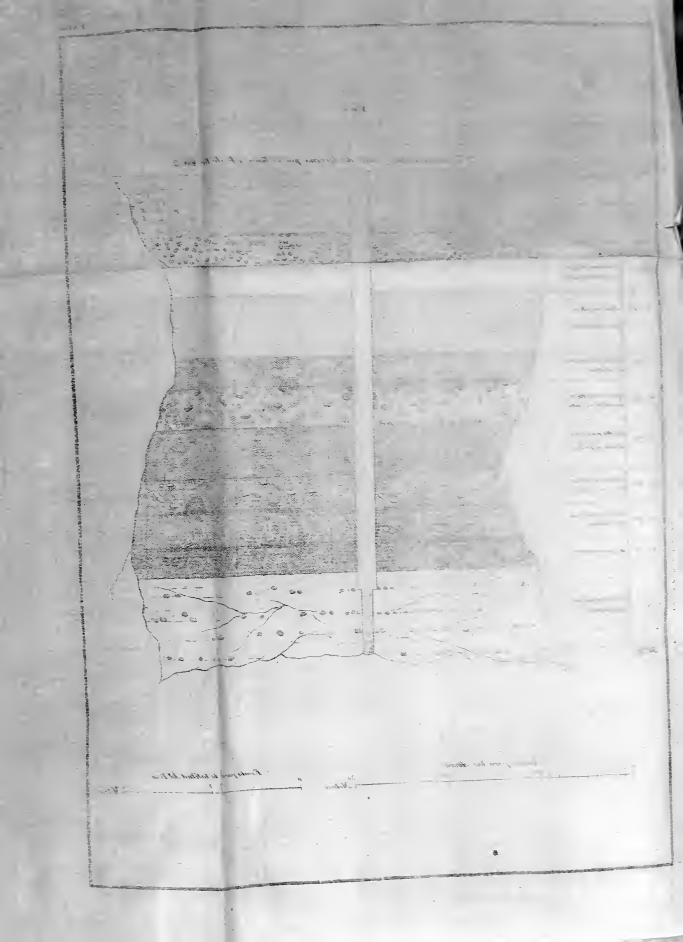
| | |
|---|---|
| 1.m62. | Arena movediza gris |
| 5 60 | Arena algo terrosa. |
| 3. 66 | Arena y cantos. |
| 3. 65. | Arena movediza algo agrisada y verdosa |
| 7. 20. | Arena movediza gris de pizarra |
| 3. 30. | Arcilla gris mezclada de Arena. |
| 4. 40. | Tierra arcillosa amarilla con cantos |
| 5. 70. | Arcilla negra con arena y piritas |
| 3. 65. | Arcilla gris con pequeños trozos de creta. |
| 3. 90. | Arcilla azulada muy homogenea. |
| 3 30 | Arcilla muy negra |
| 9. | Creta de un espesor desconocido. |
| 54.m87. | |

Escala para las Alturas

0 2 10 20 30 Metros.

Escala para la latitud del Pozo

0 1 2 Metros.



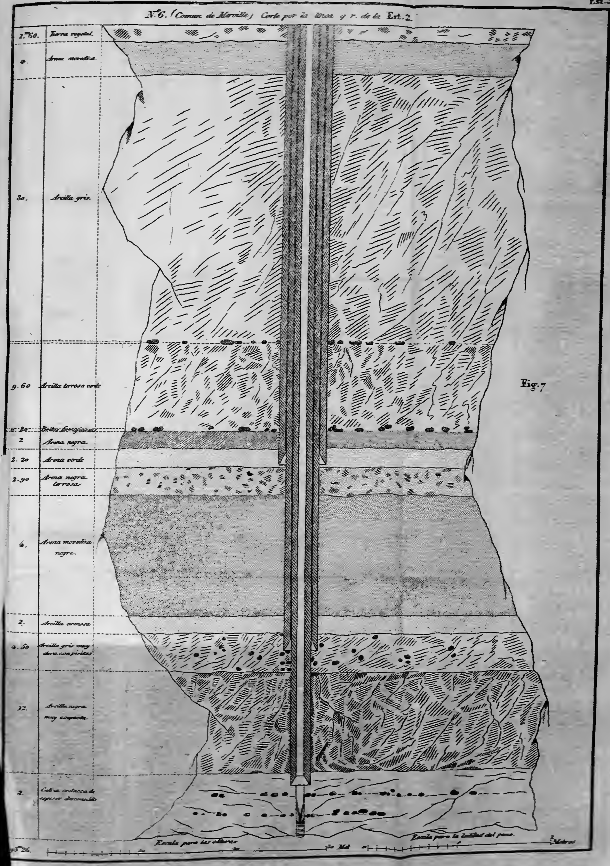

N.º 6. (Comun de Merville) Corte por la linea q r. de la Est. 2.
1.m 60. Tierra vegetal.
4. Arena movediza.
30. Arcilla gris.
9.60 Arcilla terrosa verde
Piritas ferruginosas.
2 Arena negra.
2.20 Arena verde
2.90 Arena negra terrosa
4. Arena movediza negra.
2. Arcilla arenosa
4.50 Arcilla gris muy dura con piritas
12. Arcilla negra muy compacta.
Caliza cretacea de espesor desconocido
Escala para las alturas
Escala para la latitud del pozo.
Metros
Fig. 7



Fig. 8.

N.° 7. (*Comun de Blengel*) *Corte por la linea l m de la* Est. 2.ª

1.er Pozo

2.º Pozo

3.er Pozo

| | |
|---|---|
| 1.v 16.p | *Arcilla gris.* |
| 3. | *Arcilla gris menos oscura que la anterior.* |
| 33. | *Caliza Cretacea* |
| 3.24. | *Arcilla azulada* |
| 41.4. | *Caliza Cretacea de un espesor desconocido.* |

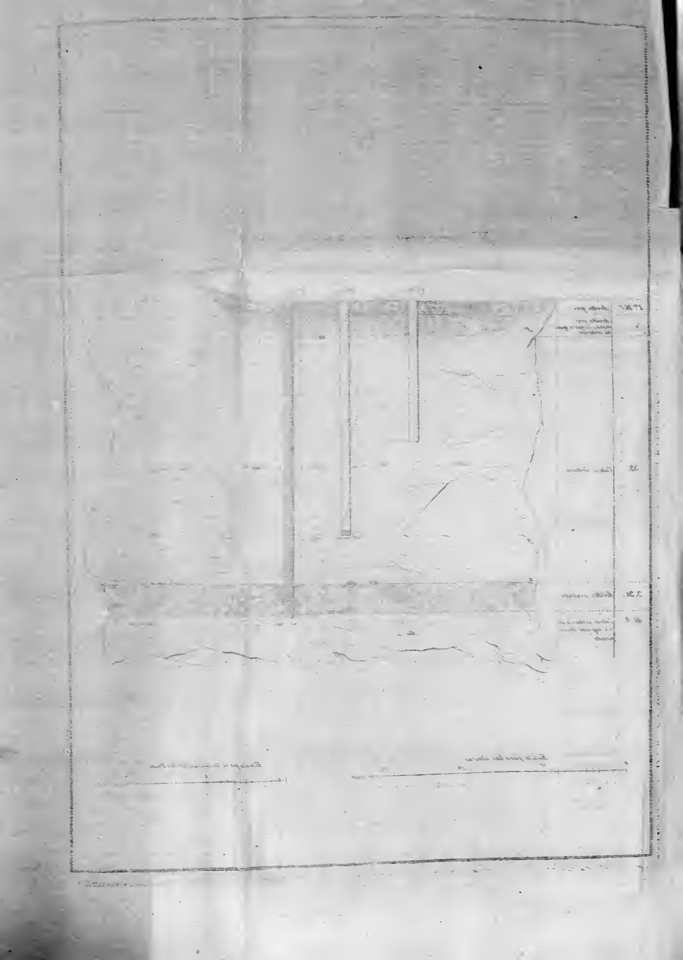
f g a d k h b c e

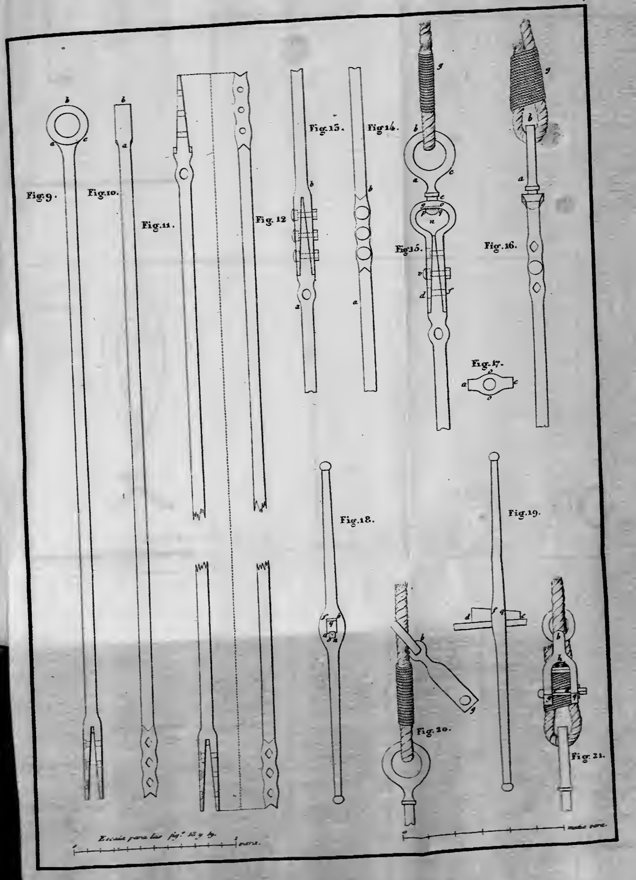
*Escala para las alturas.*

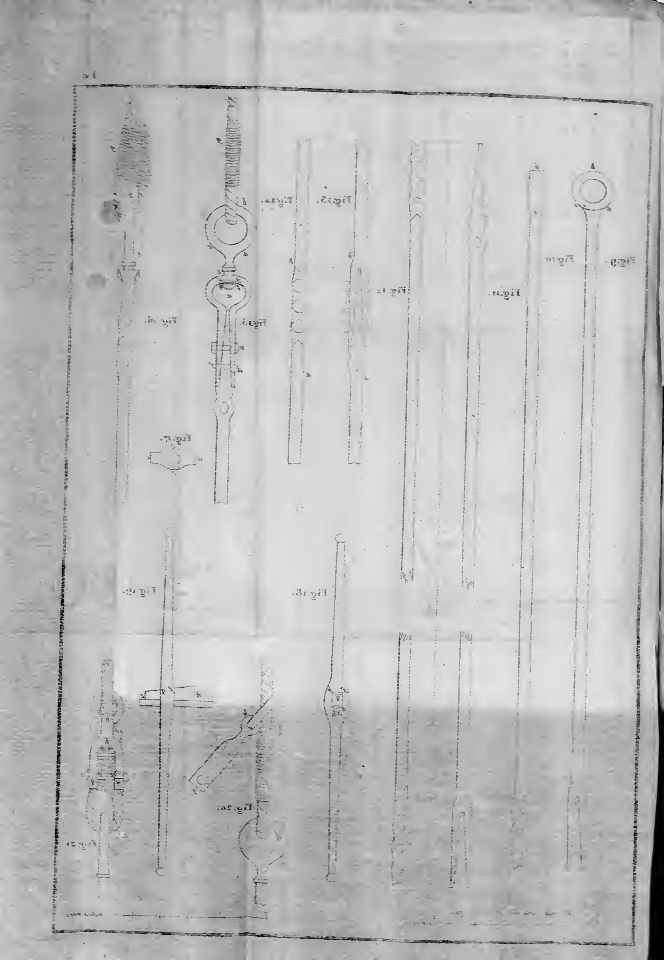
0 10 20 30 *var. cast.*

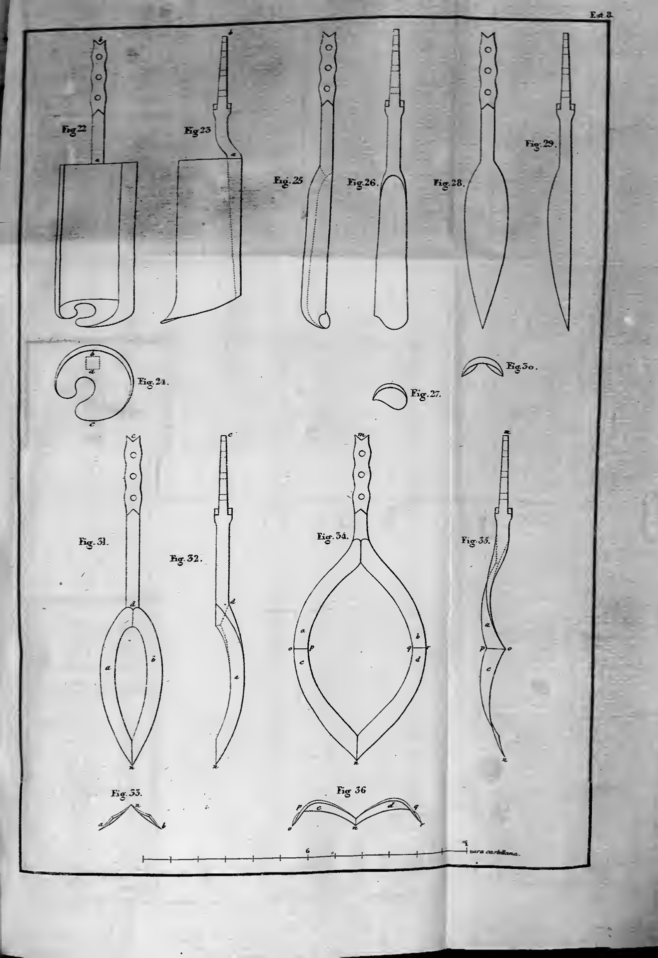
*Escala para la latitud de los Pozos*

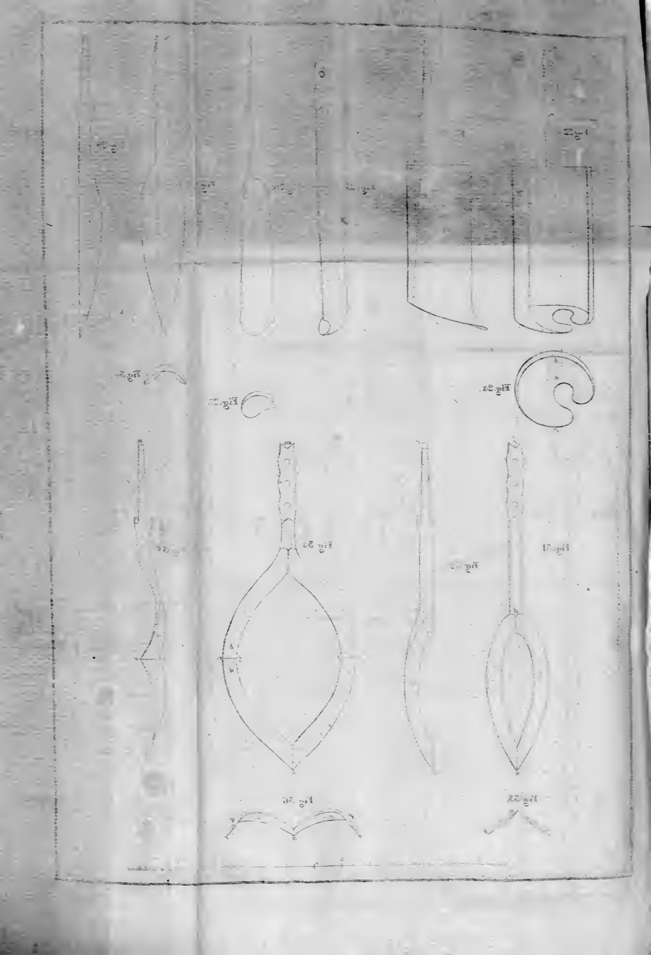
0 1 2 *var. cast.*

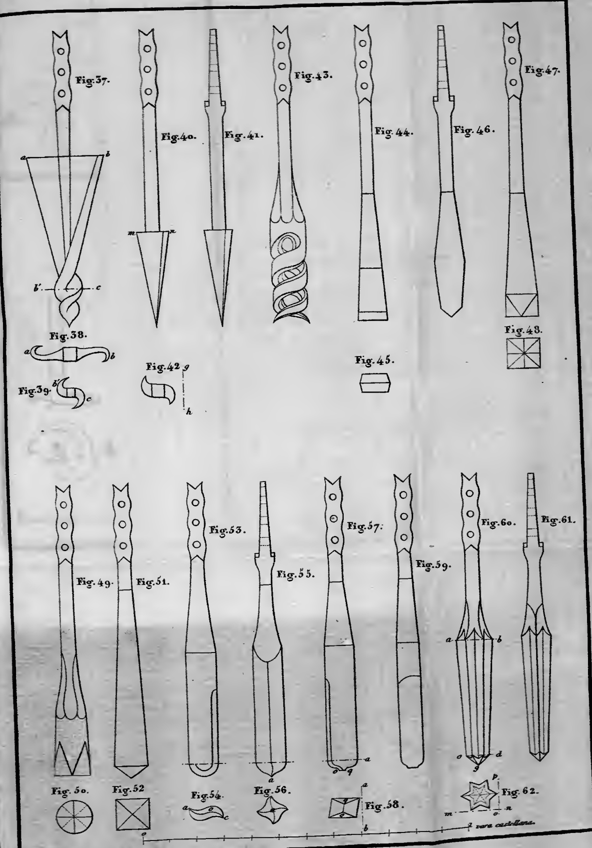



Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Escala para las


Fig.9.
Fig.10
Fig.11.
Fig.12.
Fig.13.
Fig.14.
Fig.15.
Fig.16.
Fig.17.
Fig.18.
Fig.19.
Fig.20.
Fig.21.


Est. 3.
Fig. 22
Fig. 23
Fig. 24.
Fig. 25
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.
Fig. 29.
Fig. 30.
Fig. 31.
Fig. 32.
Fig. 33.
Fig. 34.
Fig. 35.
Fig 36
vara castellana.




Fig. 37.
a
b
b'
c
Fig. 38.
a
b
Fig. 39.
b'
c
Fig. 40.
m
n
Fig. 41.
Fig. 42
g
h
Fig. 43.
Fig. 44.
Fig. 45.
Fig. 46.
Fig. 47.
Fig. 48.
Fig. 49.
Fig. 50.
Fig. 51.
Fig. 52
Fig. 53.
Fig. 54.
a
o
c
Fig. 55.
a
Fig. 56.
Fig. 57.
o
q
a
Fig. 58.
a
b
Fig. 59.
Fig. 60.
a
b
o
d
g
Fig. 61.
Fig. 62.
p
m
o
n
o
1 vara castellana.

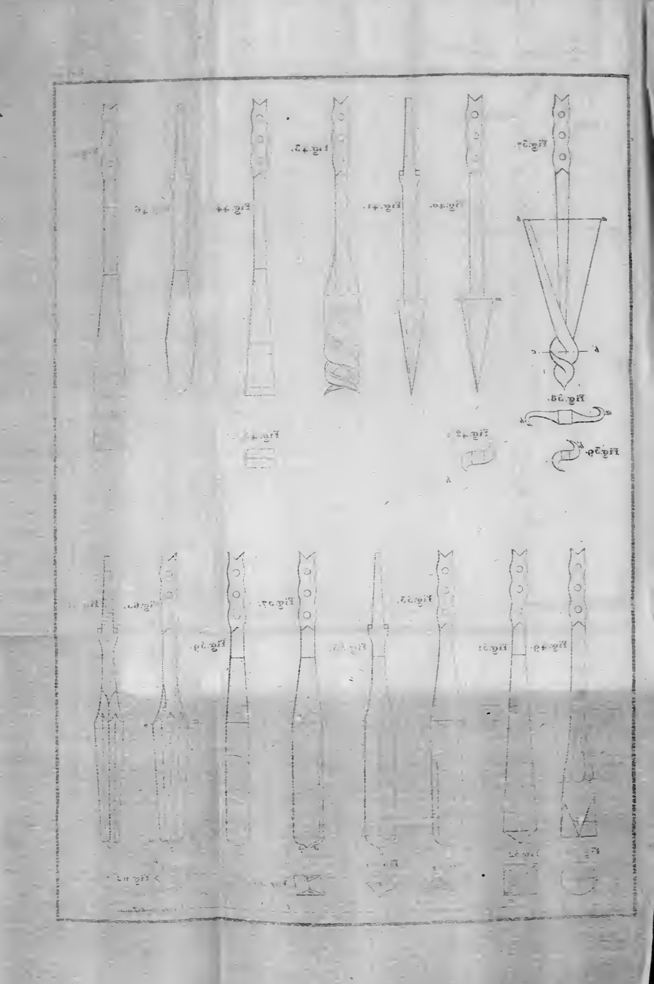
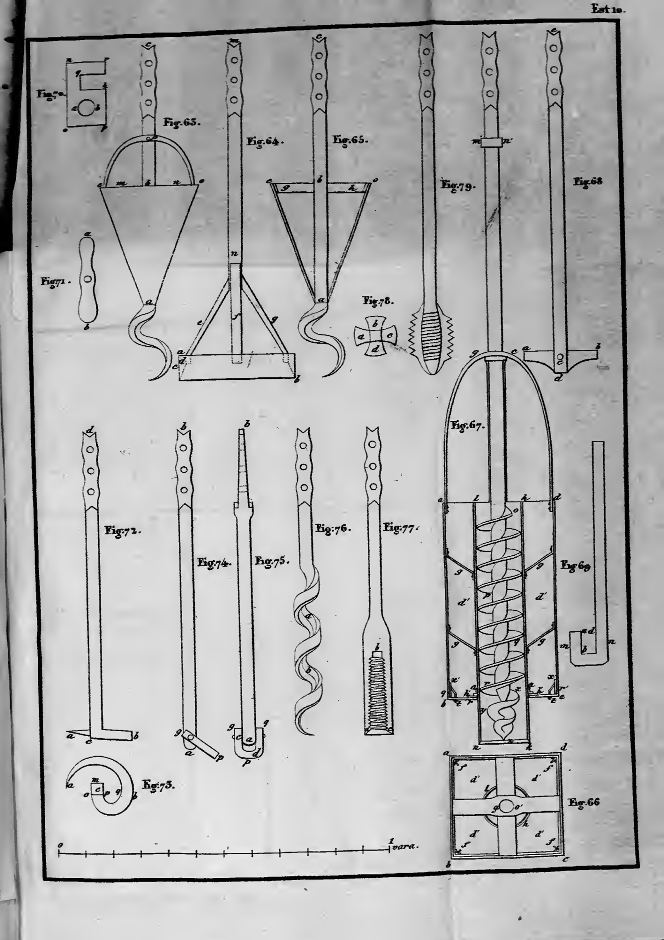
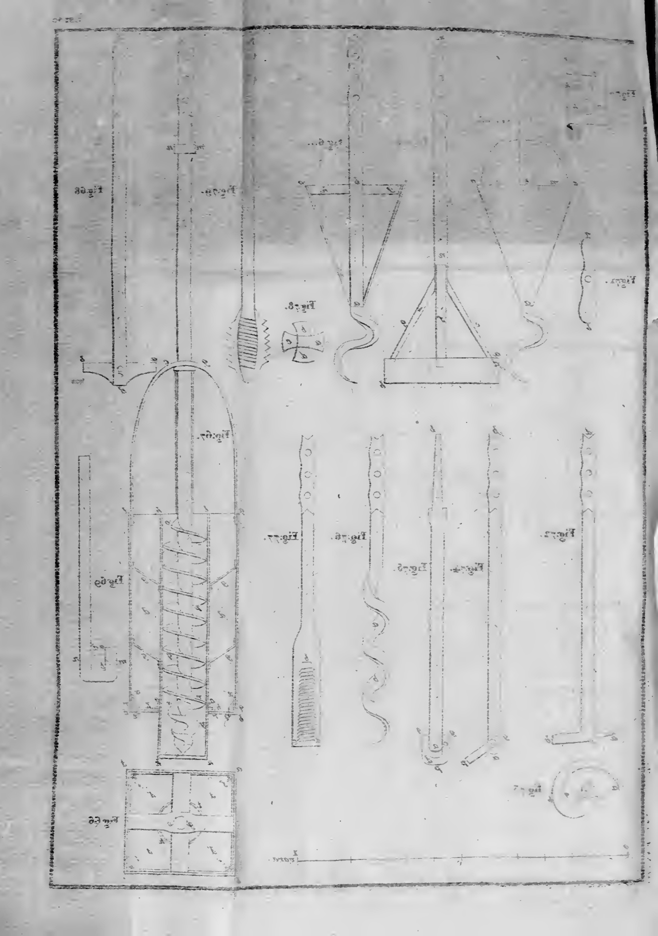
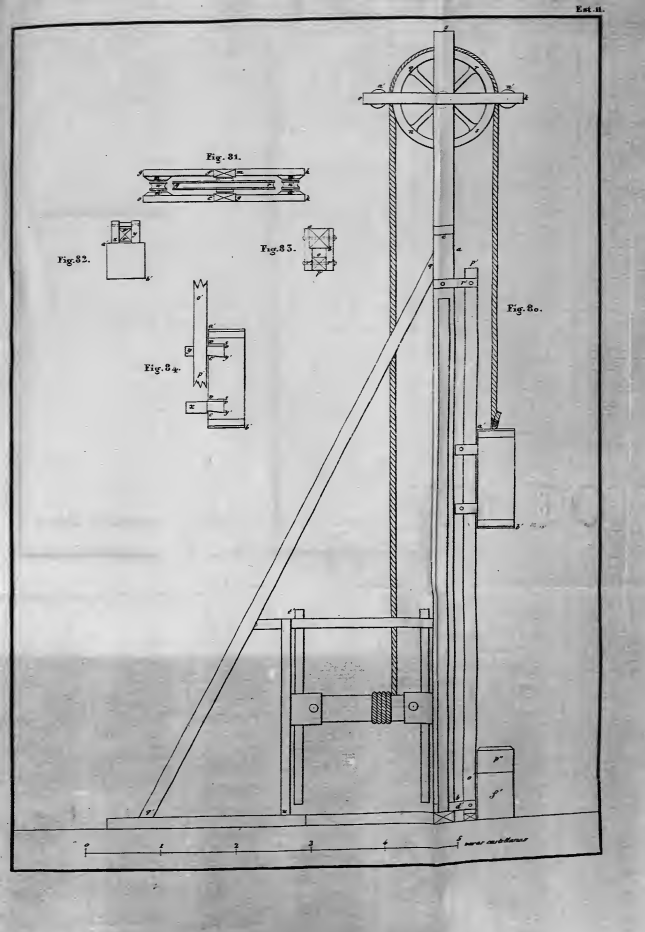
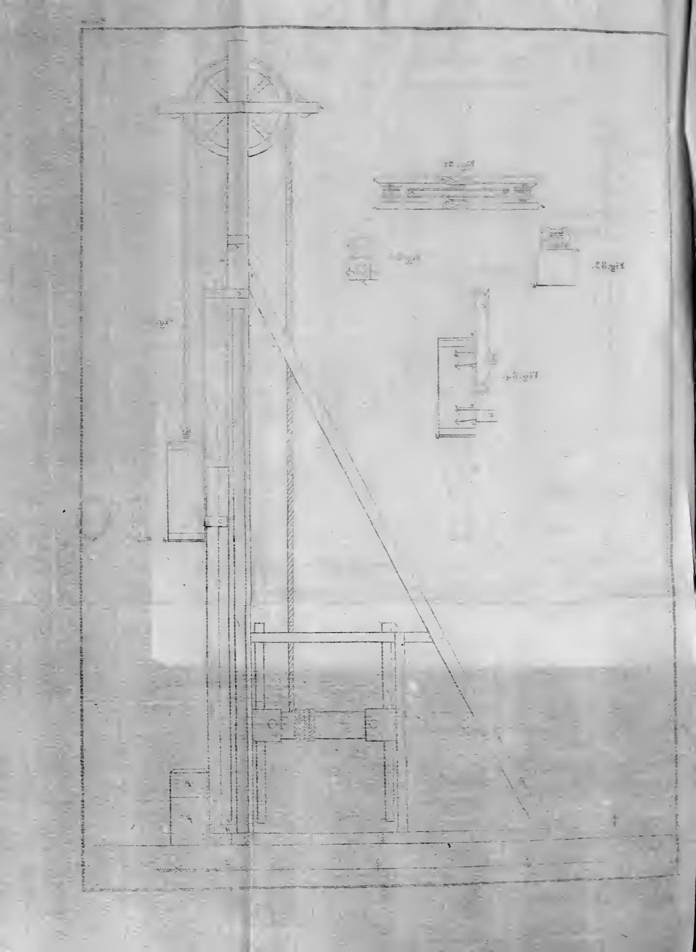


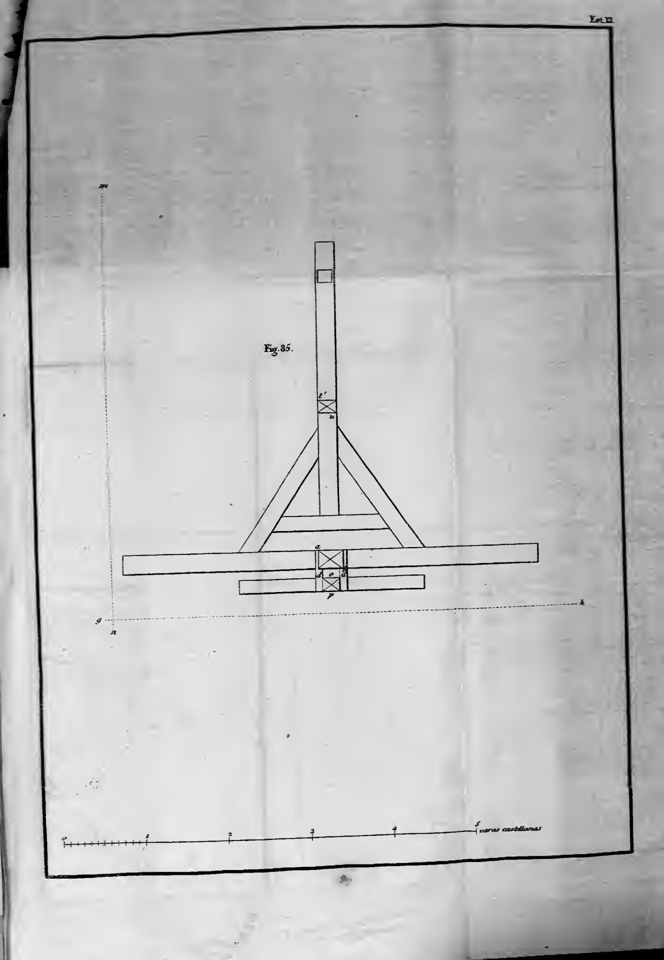
Fig.37.
Fig.38.
Fig.39.
Fig.40.
Fig.41.
Fig.42.
Fig.43.
Fig.44.
Fig.49.
Fig.51.
Fig.53.
Fig.57.
Fig.59.

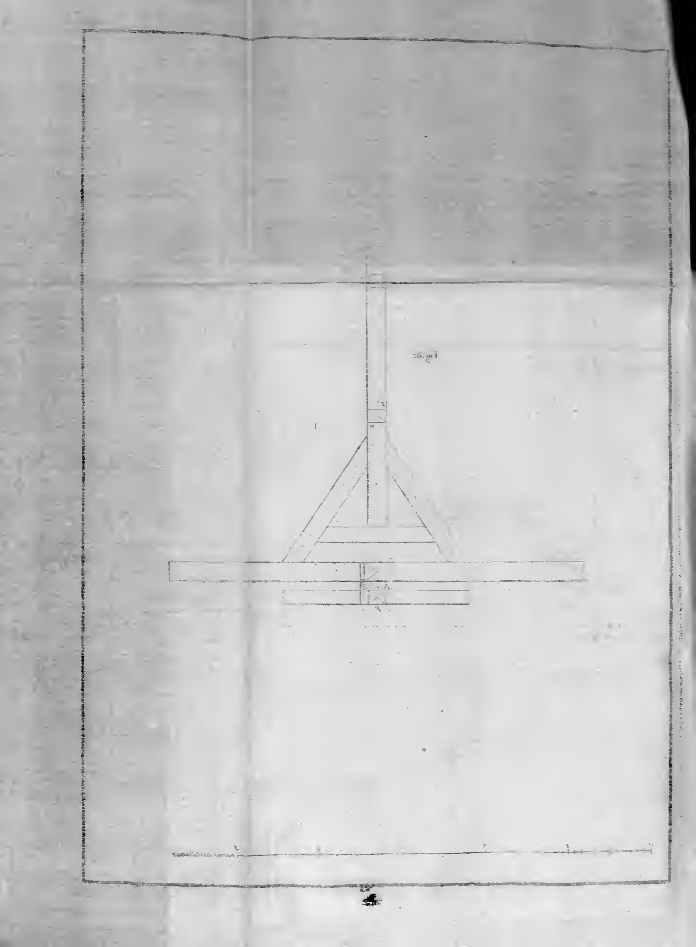

Fig. 70.
Fig. 63.
Fig. 64.
Fig. 65.
Fig. 79.
Fig. 68
Fig. 71.
Fig. 78.
Fig. 67.
Fig. 72.
Fig. 74.
Fig. 75.
Fig. 76.
Fig. 77.
Fig. 69
Fig. 73.
Fig. 66
0
1 vara.


Fig:68
Fig:67.
Fig:69
Fig:78.
Fig:77.
Fig:76.
Fig:73.

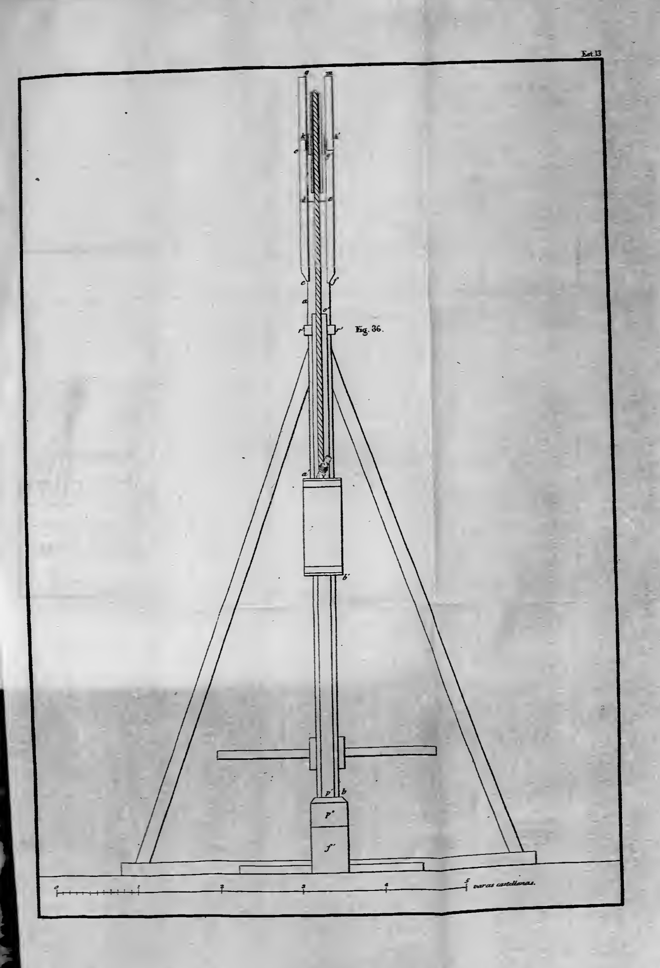

Fig. 80.
Fig. 81.
Fig. 82.
Fig. 83.
Fig. 84.
0
1
2
3
4
5 varas castellanas

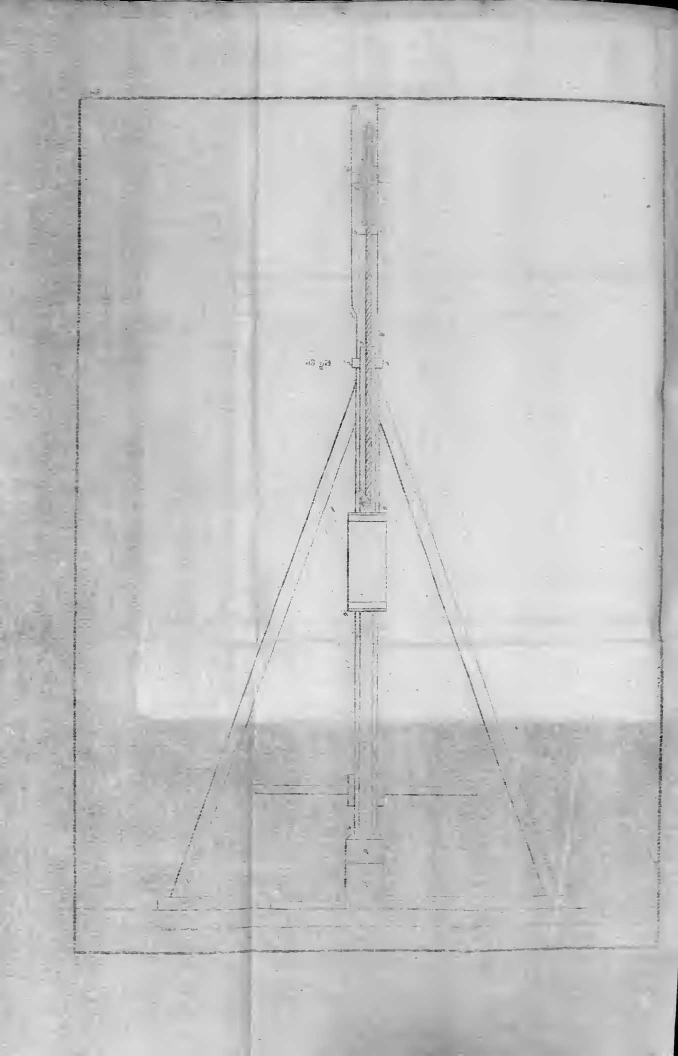

Fig.82.
Fig.84.

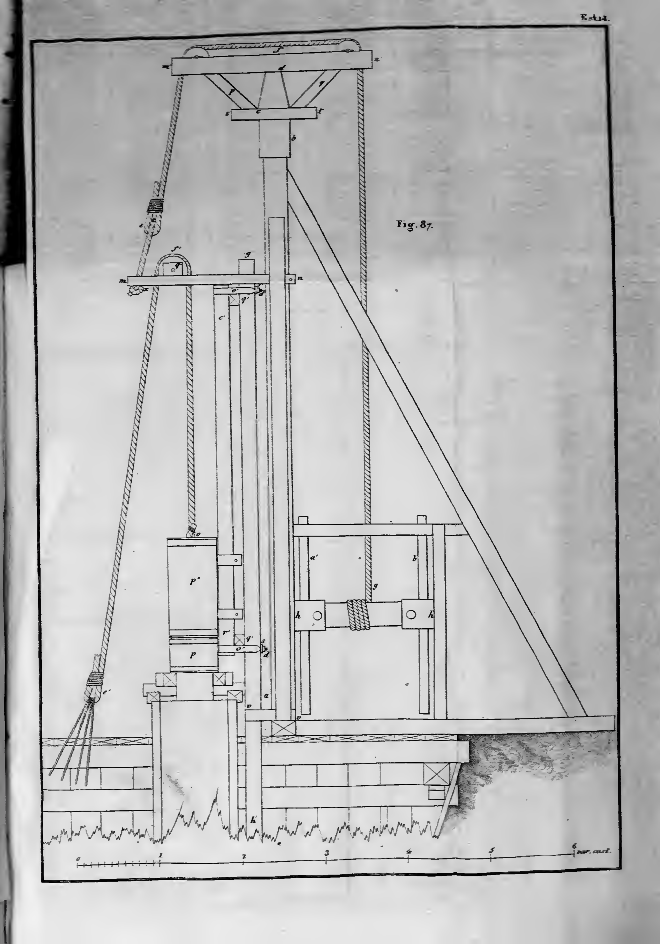

Fig. 35.
m
n
g
h
t'
u
a
b
d
o
d
p
0
1
2
3
4
5
varas castellanas



Est. 13






Fig. 87.
0
1
2
3
4
5
6
var. cast.

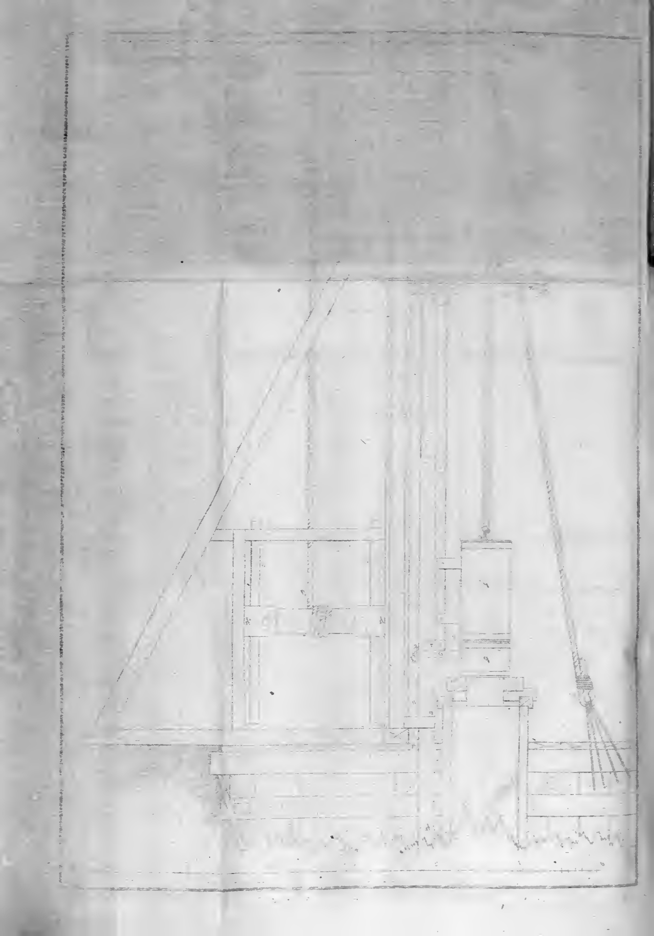


Fig. 92.

Fig. 93.

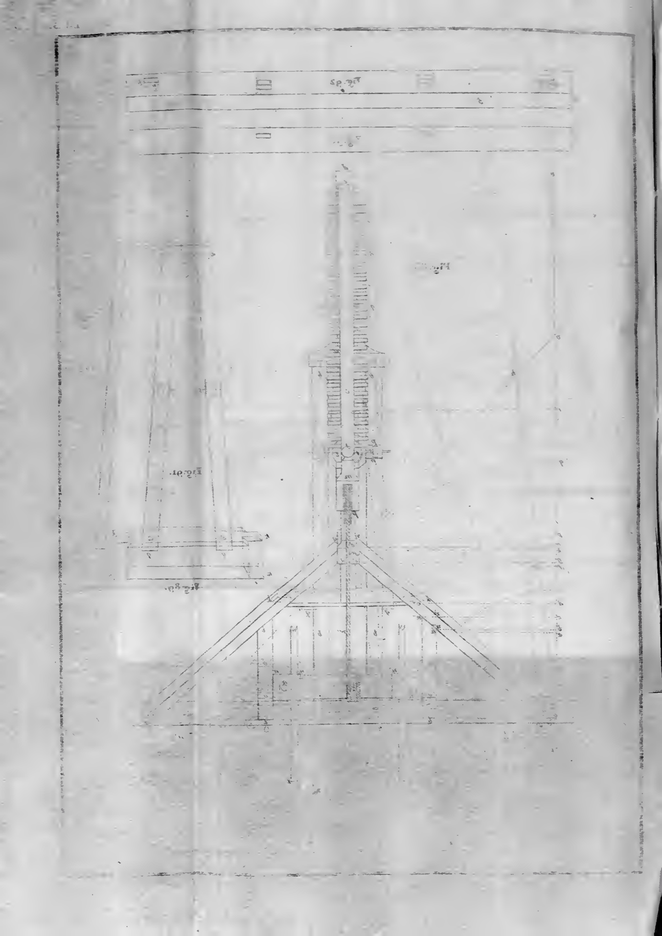
Fig. 88.

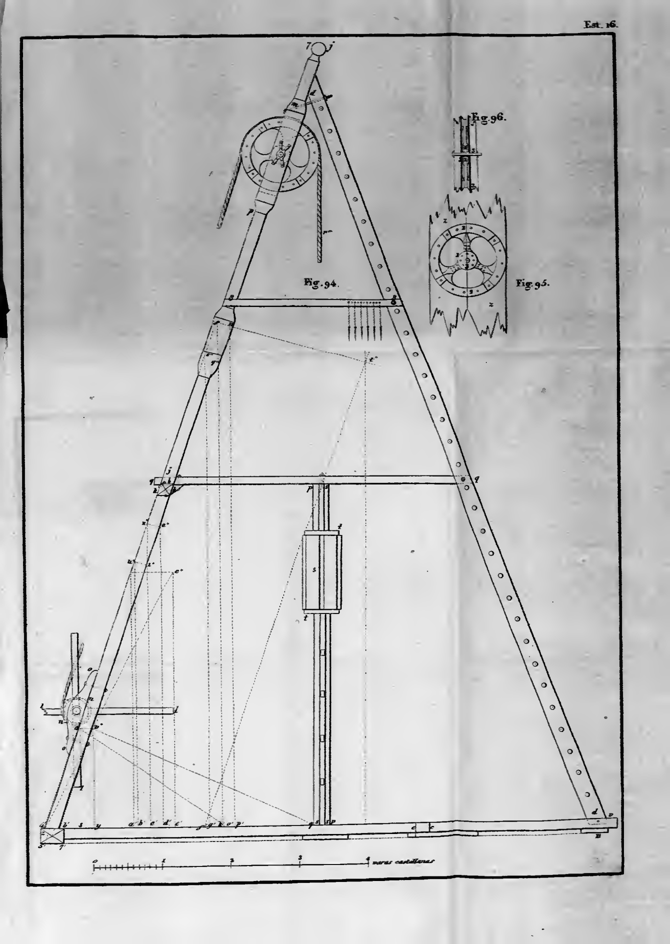
Fig. 90

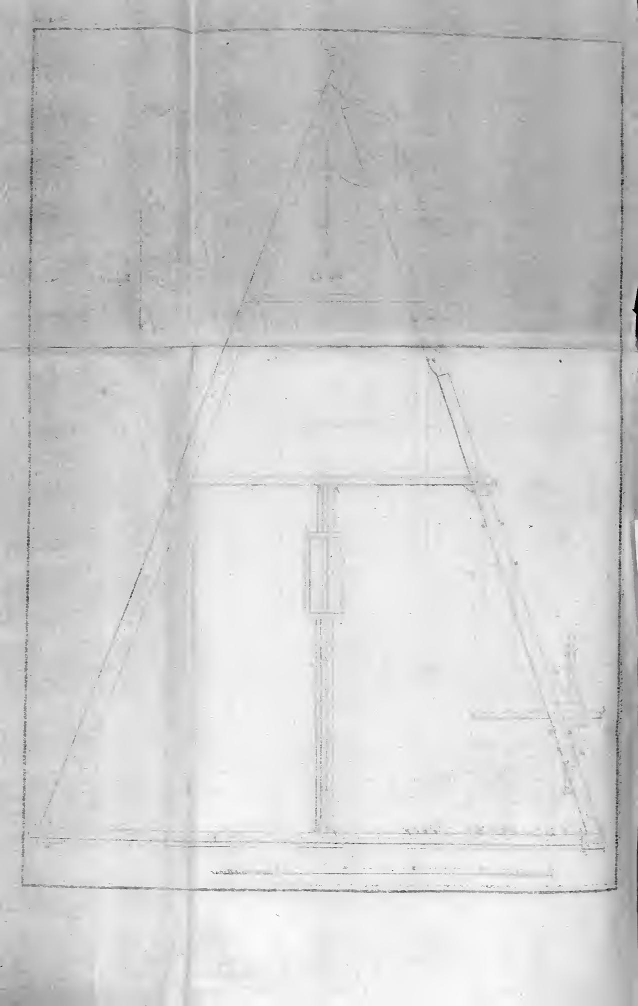
Fig. 91.

Fig. 89.

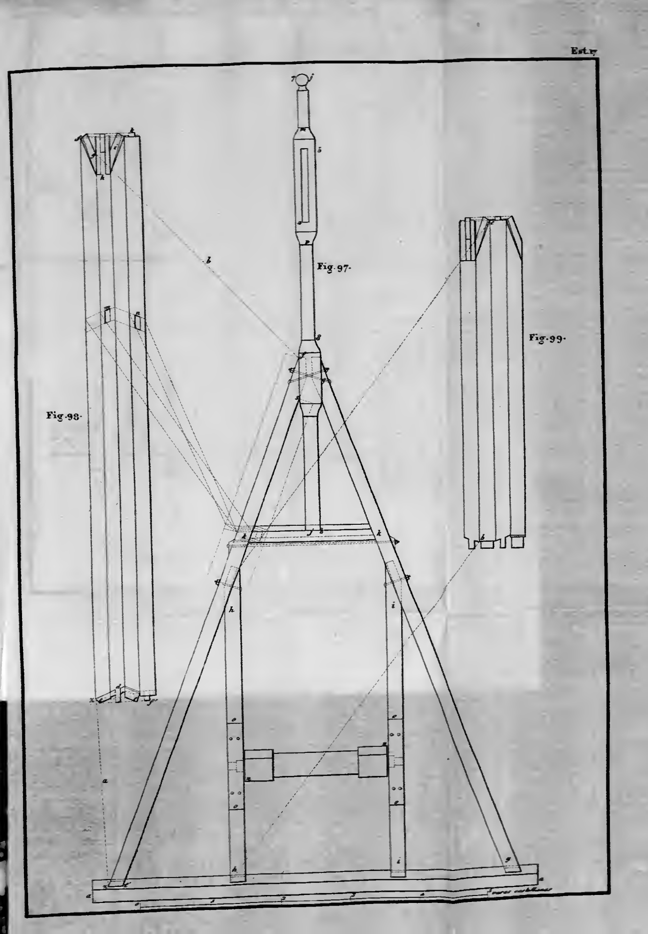
0 1 2 3 4 varas castellanas.

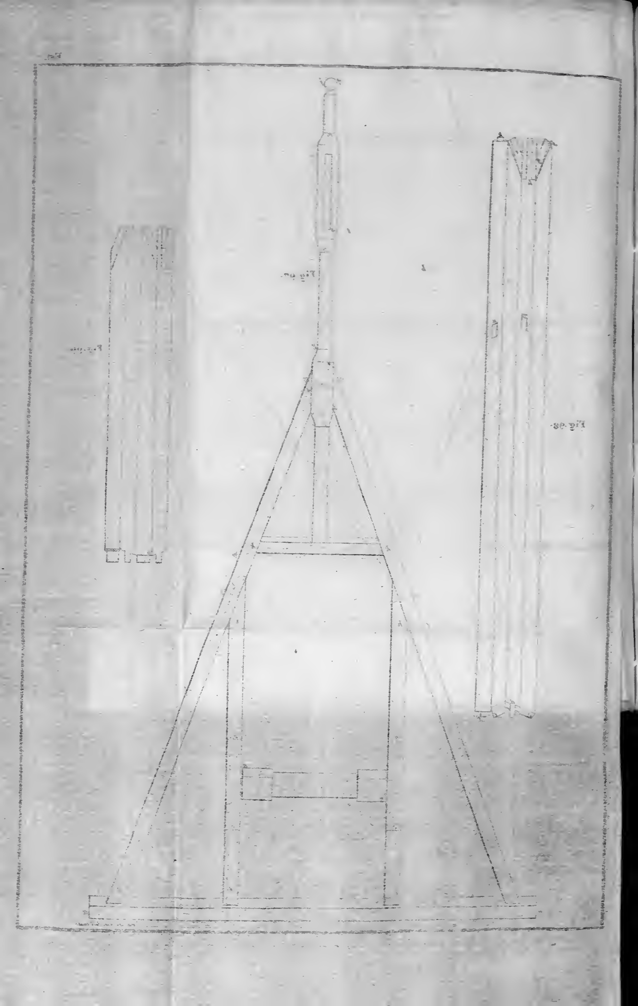


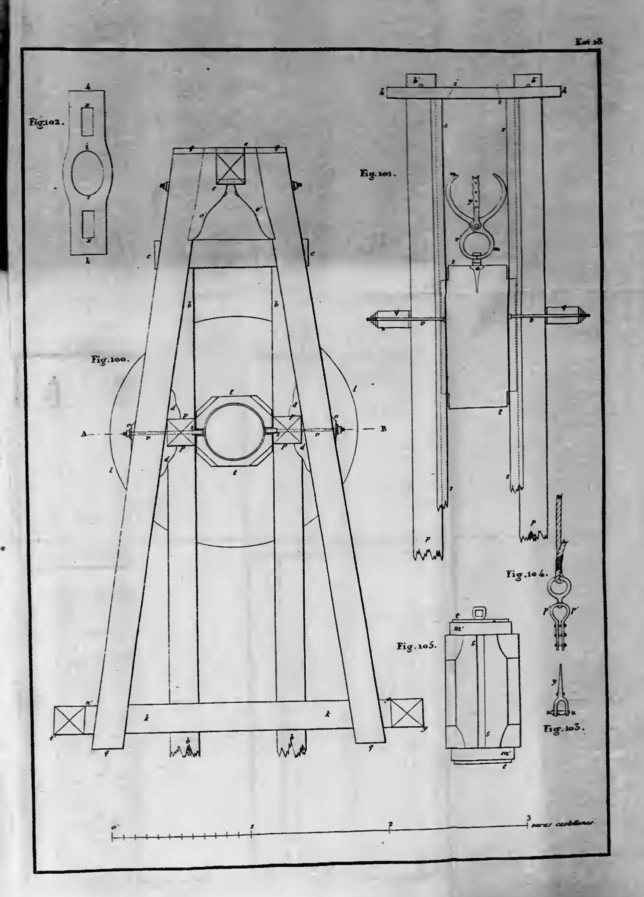

Fig. 94.
Fig. 95.
Fig. 96.
varas castellanas

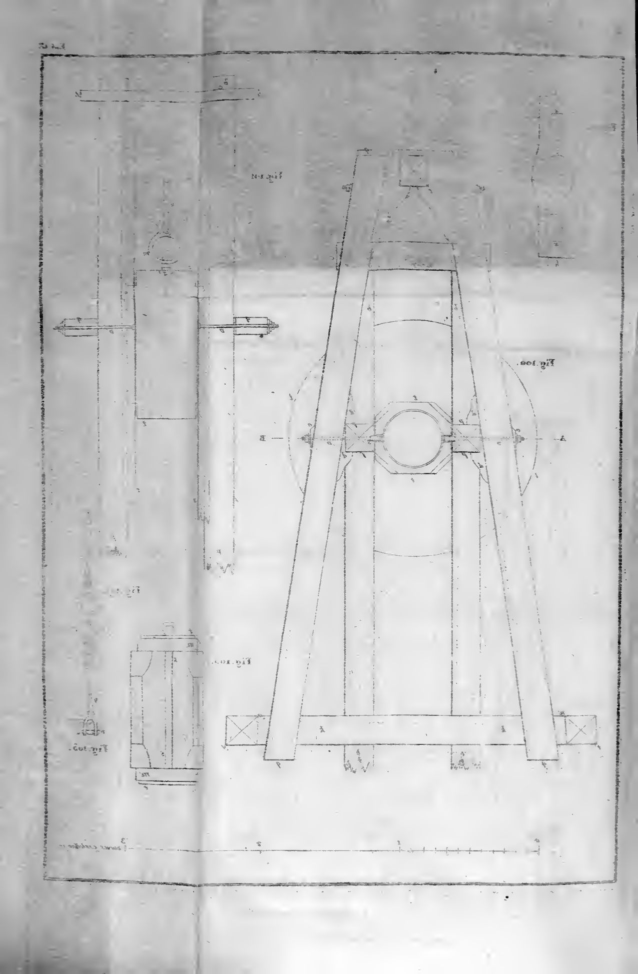


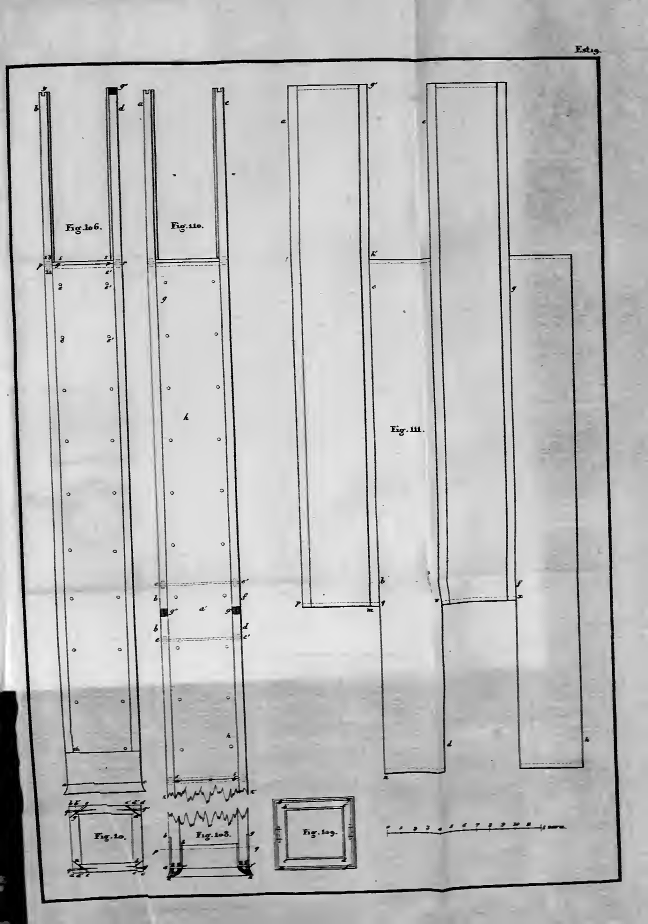
Est. 17

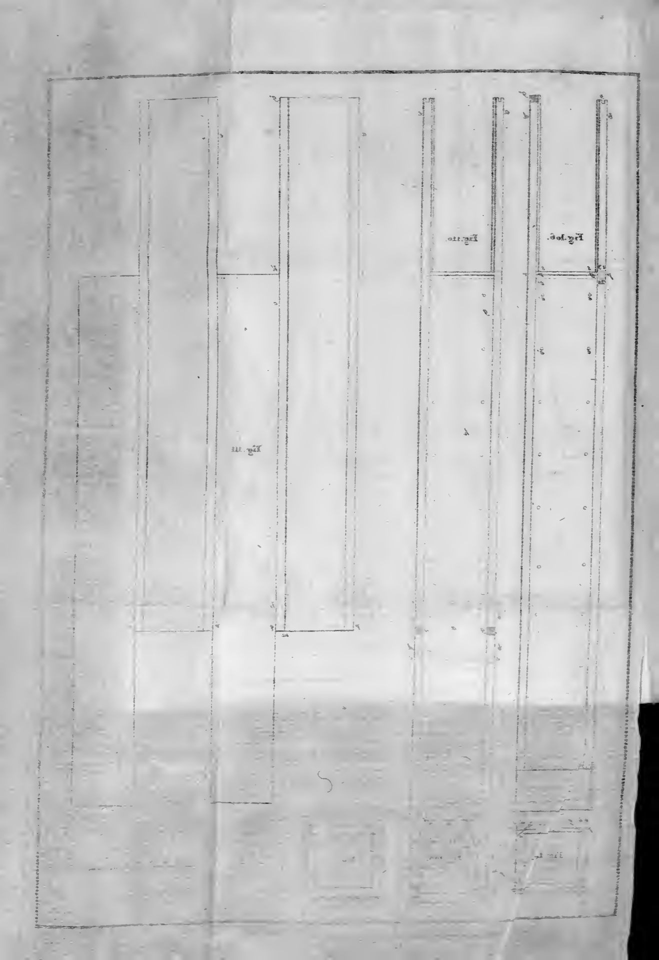


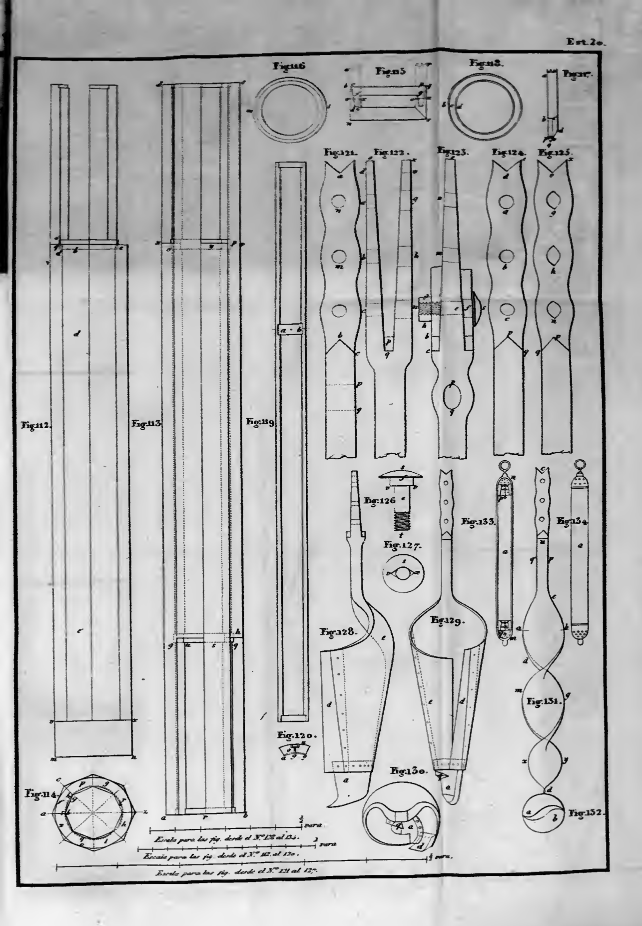


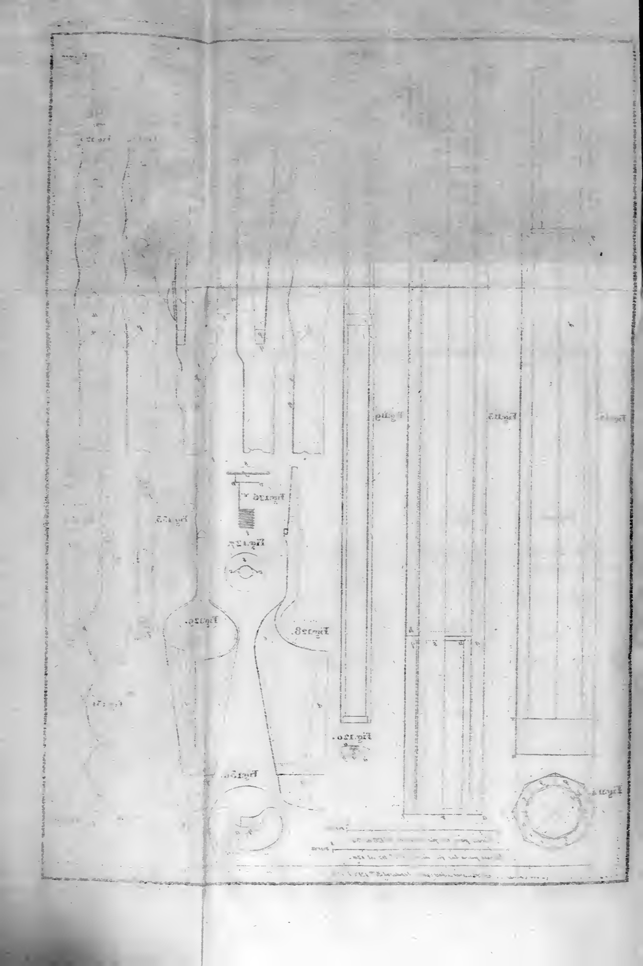

Fig.102.
Fig.101.
Fig.100.
A
B
Fig.104.
Fig.105.
Fig.103.
0
1
2
3
varas castellanas.

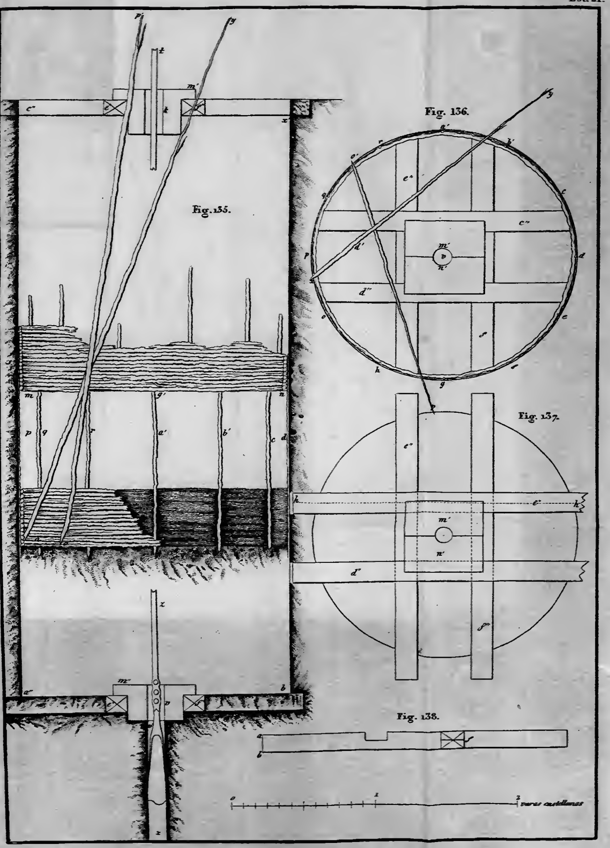


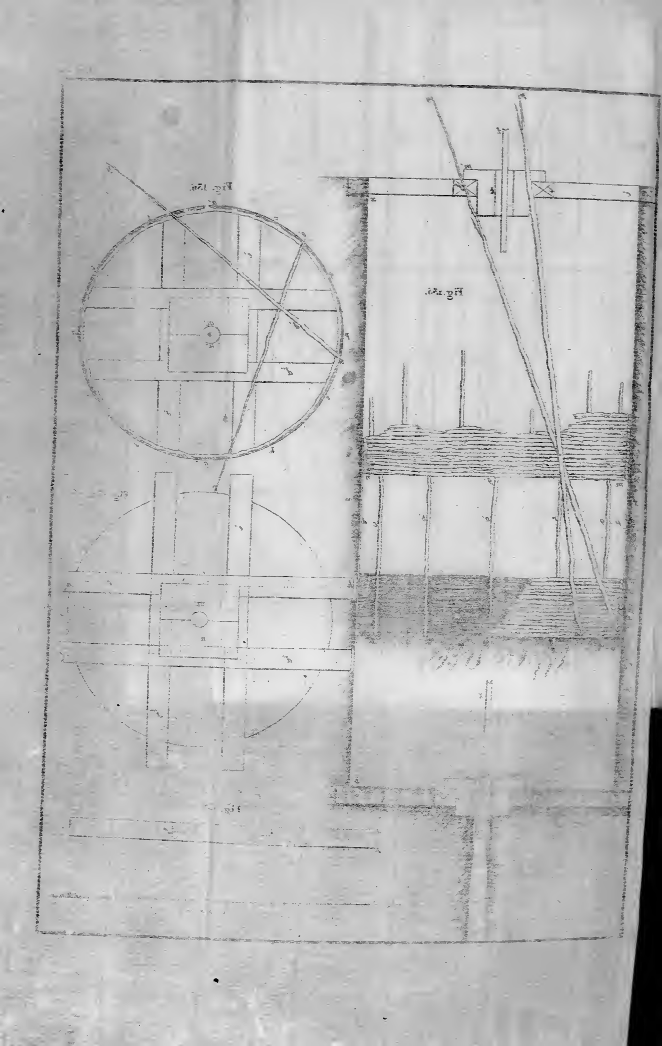

Fig. 106.
Fig. 110.
Fig. 111.
Fig. 10.
Fig. 108.
Fig. 109.

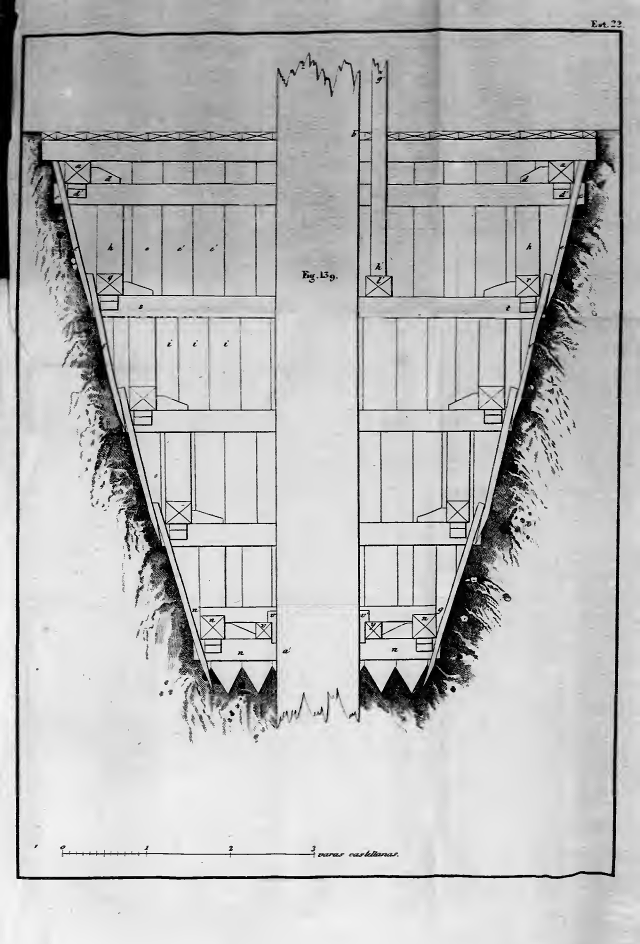


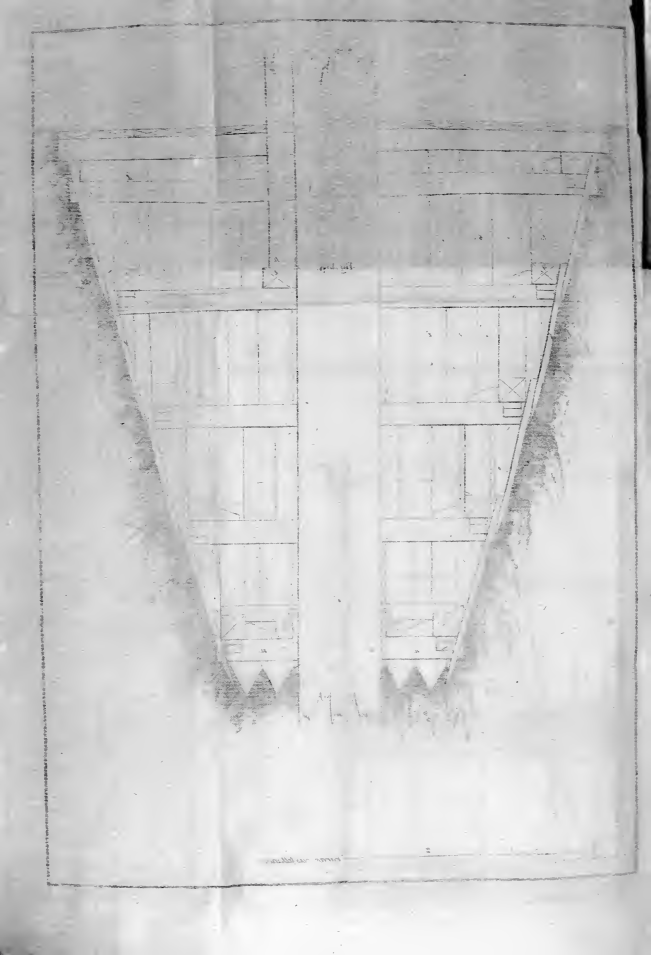

Fig. 112.
Fig. 113.
Fig. 114.
Fig. 115.
Fig. 116.
Fig. 117.
Fig. 118.
Fig. 119.
Fig. 120.
Fig. 121.
Fig. 122.
Fig. 123.
Fig. 124.
Fig. 125.
Fig. 126.
Fig. 127.
Fig. 128.
Fig. 129.
Fig. 130.
Fig. 131.
Fig. 132.
Fig. 133.
Fig. 134.
½ vara.
Escala para las fig. desde el N.º 128 al 134.
1 vara
Escala para las fig. desde el N.º 112 al 120.
½ vara.
Escala para las fig. desde el N.º 121 al 127.

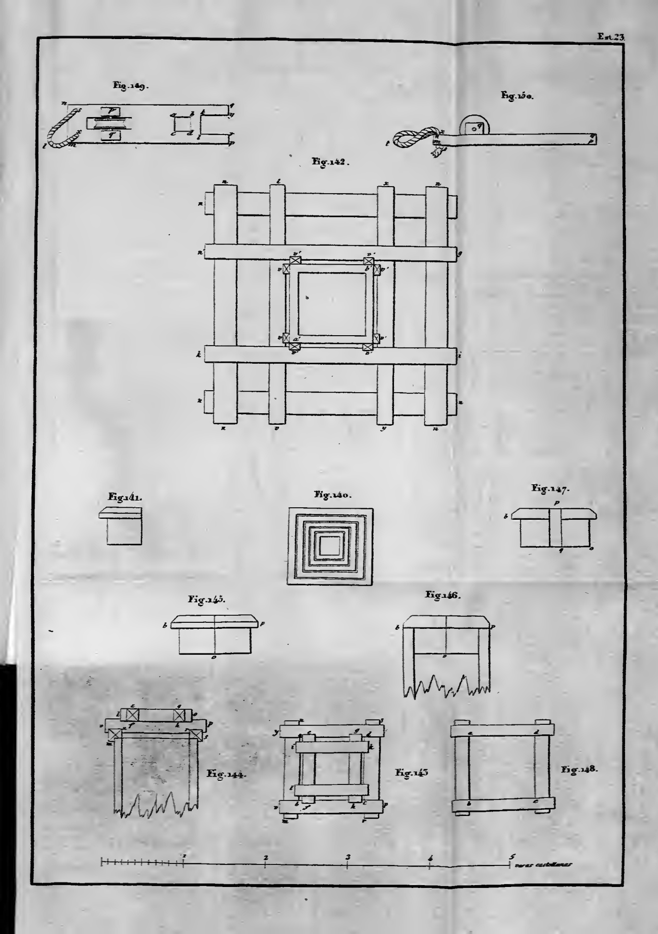


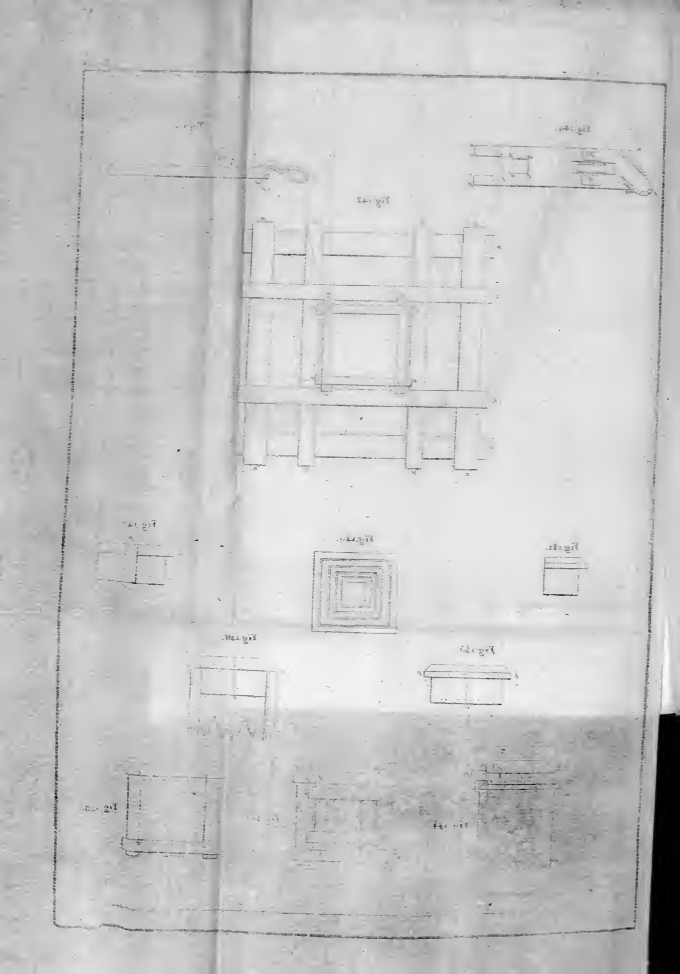

Fig. 135.
Fig. 136.
Fig. 137.
Fig. 138.
0
1
2 varas castellanas

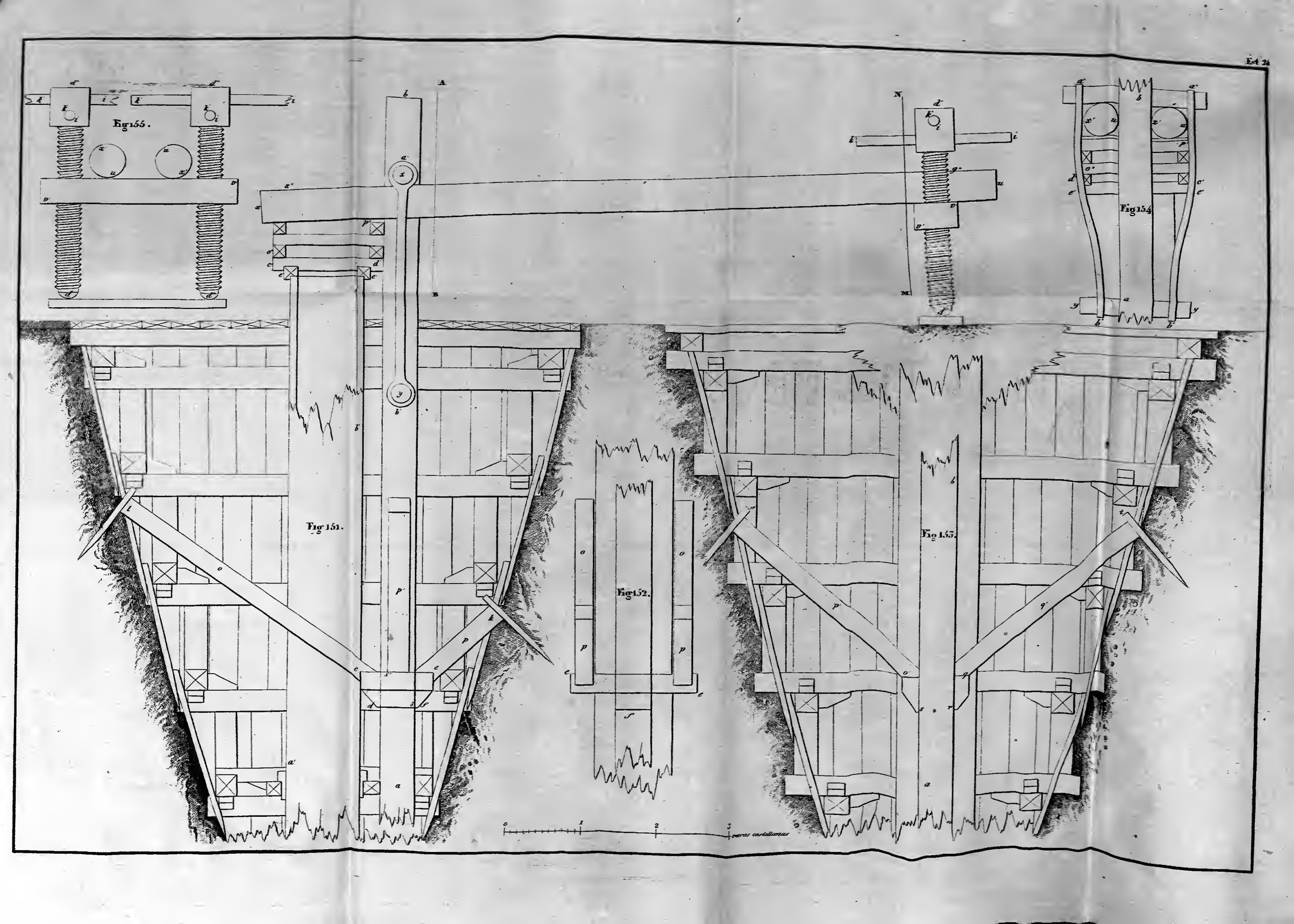



Fig. 139.
a
d
d'
h
e
e'
e'
g
s
i
i
i
k'
l'
r
t
n
v
v'
y
a'
b
0
1
2
3
varas castellanas.

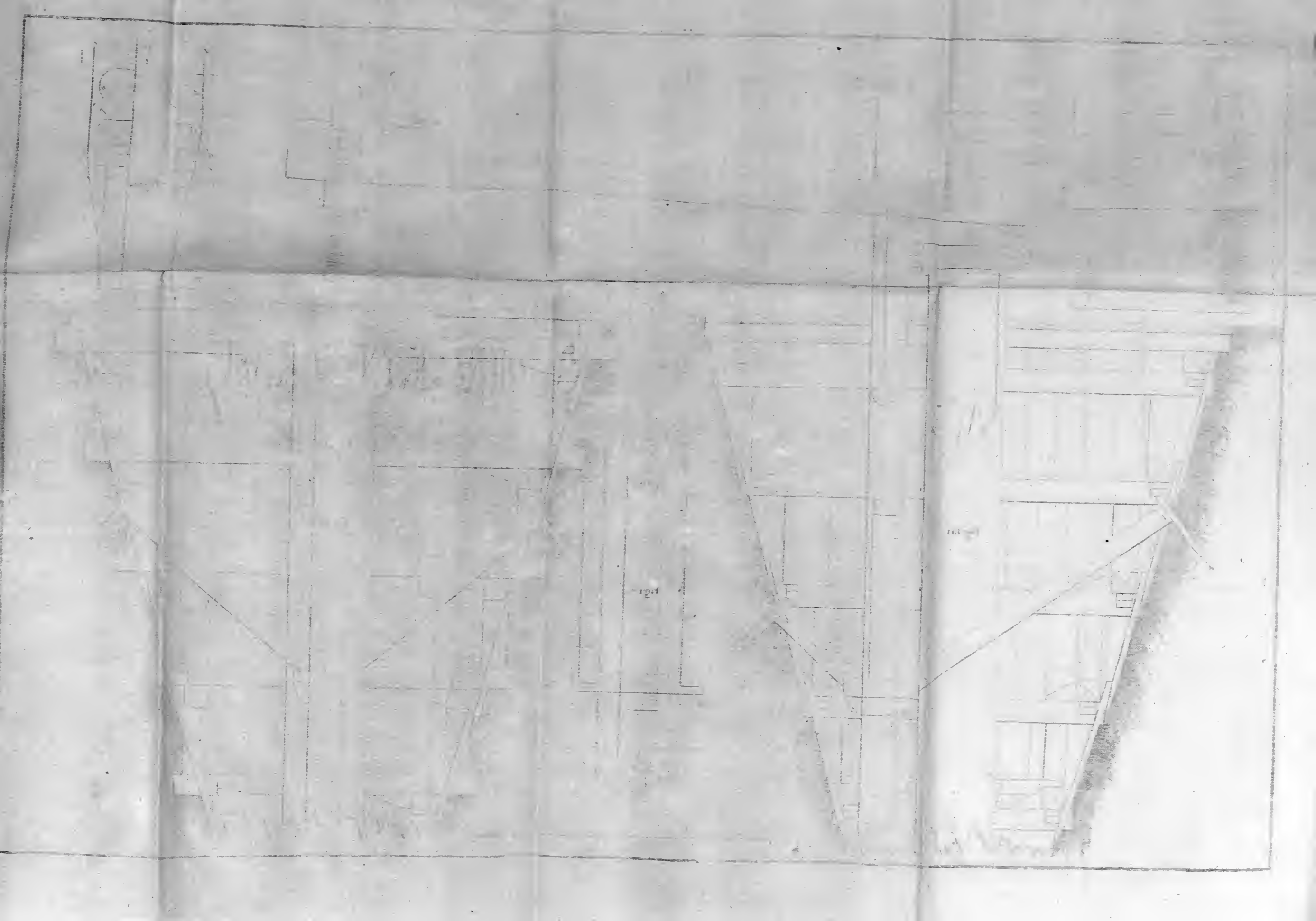


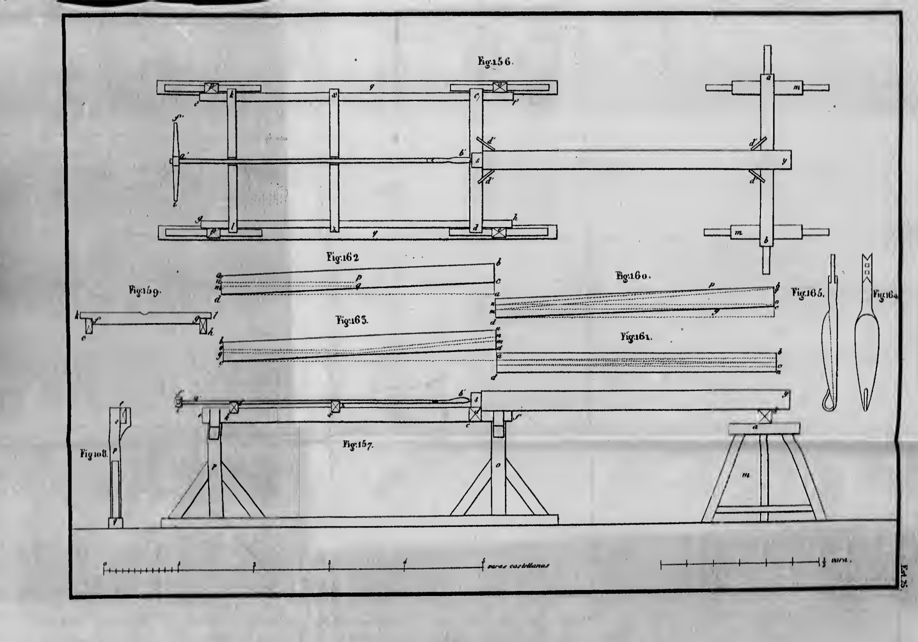

Est. 23.
Fig. 149.
Fig. 150.
Fig. 142.
Fig. 141.
Fig. 140.
Fig. 147.
Fig. 145.
Fig. 146.
Fig. 144.
Fig. 143
Fig. 148.
1
2
3
4
5
varas castellanas

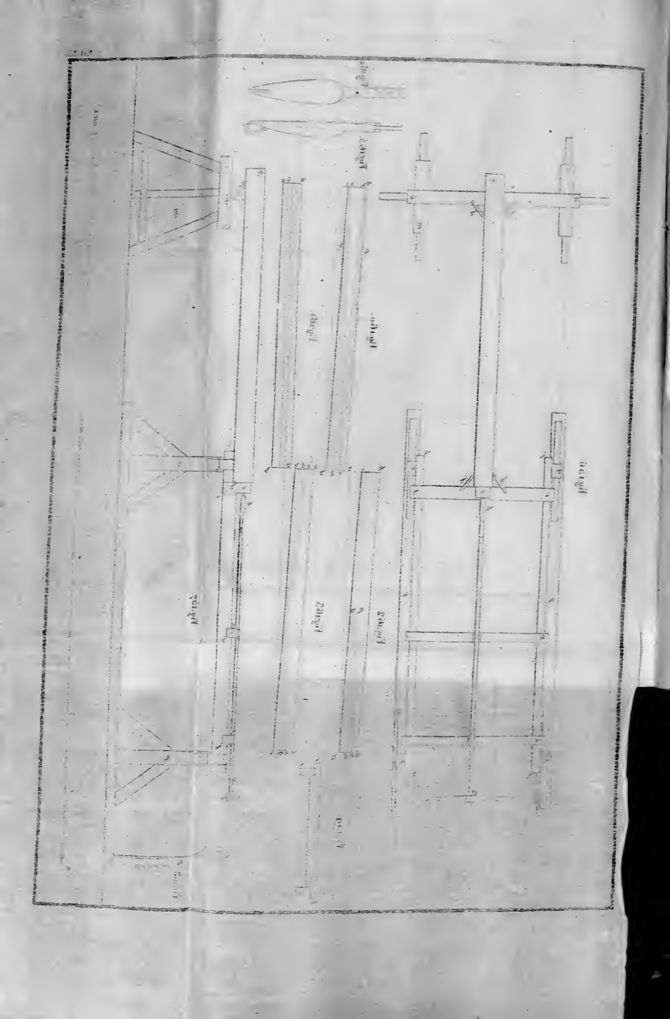


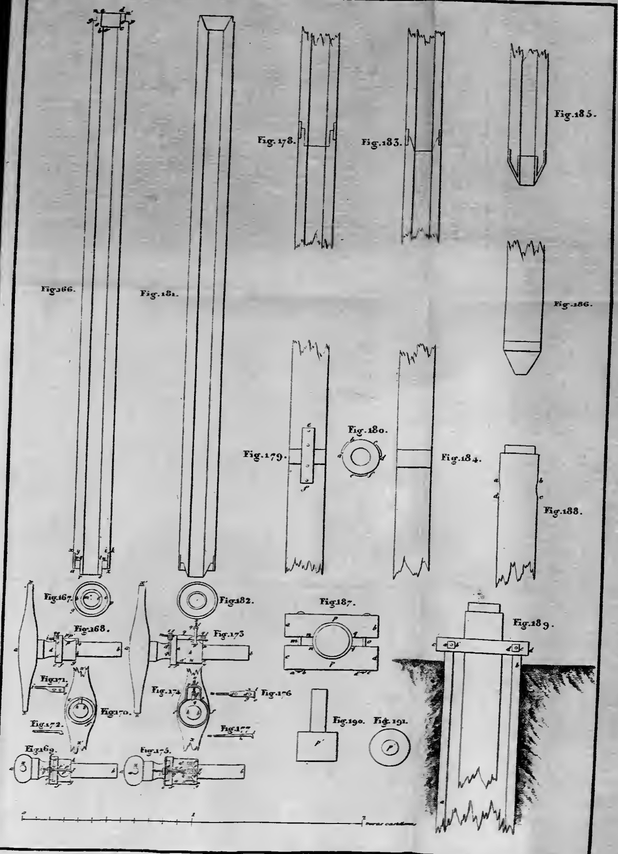


Est 26
Fig 155.
Fig 151.
Fig 152.
Fig 153.
Fig 154
0
1
2
3
varas castellanas




Fig. 156.
Fig. 157.
Fig. 158.
Fig. 159.
Fig. 160.
Fig. 161.
Fig. 162
Fig. 163.
Fig. 164.
Fig. 165.
varas castellanas
½ vara.




Est 26.
Fig.166.
Fig.181.
Fig.178.
Fig.183.
Fig.185.
Fig.186.
Fig.179.
Fig.180.
Fig.184.
Fig.188.
Fig.167.
Fig.182.
Fig.187.
Fig.168.
Fig.173
Fig.189.
Fig.171.
Fig.170.
Fig.174
Fig.176
Fig.172.
Fig.177
Fig.190.
Fig.191.
Fig.169.
Fig.175.
varas castellanas

